



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



DAYANE RAQUEL DA CRUZ GUEDES

**ANÁLISE DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PROVISÃO EM DOIS
SISTEMAS ESTUARINOS NO LITORAL DO RIO GRANDE DO NORTE,
BRASIL**

NATAL – RN

2018

DAYANE RAQUEL DA CRUZ GUEDES

**ANÁLISE DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE PROVISÃO EM
DOIS SISTEMAS ESTUARINOS NO LITORAL DO RIO GRANDE DO
NORTE, BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Cestaro.

Co-Orientador: Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa

NATAL – RN

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes - CCHLA

Guedes, Dayane Raquel da Cruz.

Análise dos serviços ecossistêmicos de provisão em dois sistemas estuarinos no litoral do Rio Grande do Norte, Brasil / Dayane Raquel da Cruz Guedes. - 2018.
130f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-graduação em Geografia. Natal, RN, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Cestaro.

Coorientador: Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa.

1. Manguezal. 2. Serviços Ecossistêmicos. 3. Unidades Geoambientais. I. Cestaro, Luiz Antonio. II. Costa, Diógenes Félix da Silva. III. Título.

RN/UF/BS-CCHLA

CDU 911.7:556.336(813.2)

DAYANE RAQUEL DA CRUZ GUEDES

**ANÁLISE DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE PROVISÃO EM DOIS
SISTEMAS ESTUARINOS NO LITORAL DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Centro de Ciência Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmica socioambiental e reestruturação do território.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Antonio Cestaro (Orientador)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa (Co-Orientador)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Prof. Dr. Rodrigo de Freitas Amorim (Examinador Interno)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Prof^ª. Dr^ª. Sueli Angelo Furlan (Examinadora Externa)
Universidade de São Paulo (USP)

*A Deus, aos meus amados pais Ricardo
e Edna e irmã Danielli, a minha tia
Sandra (In memoriam), aos familiares e
amigos!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por iluminar os meus caminhos, pela força e coragem que me permitiram vencer obstáculos e que com minha fé, fez acreditar nos meus sonhos e nunca desistir dos meus objetivos. Por sempre colocar pessoas boas e de confiança ao longo da minha trajetória.

A realização desta pesquisa não teria sido possível sem o apoio e a ajuda de várias pessoas que contribuíram para a concretização desta etapa da minha vida acadêmica e profissional, às quais desejo expressar o meu profundo agradecimento.

Agradeço a minha família, em especial aos meus amados pais Ricardo e Edna, que são um exemplo para mim, a minha irmã Danielli, a Camila e a vovó Helena que são as pessoas mais especiais da minha vida, por sempre me incentivar e acreditar no meu potencial. Obrigada pela educação, pelo amor e companheirismo. São a base da minha vida, os meus alicerces! Essa conquista é para vocês!

Não poderia deixar de agradecer a segunda família que me acolheu em Natal, tia Vanda, tio Augusto e Marivanda. Vocês foram essências nessa fase da minha vida, onde tive meu primeiro contato longe de casa. A vocês expressei meu carinho, admiração e gratidão.

Ao orientador, Dr. Luiz Antonio Cestaro pela oportunidade de sua orientação e pela confiança. Um profissional de grande competência que tem um teor de conhecimento admirável. Externo meu agradecimento ao co-orientador Dr. Diógenes Félix da Silva Costa, pelo incentivo dado desde o começo da trajetória acadêmica. Obrigada por me incentivar e persuadir na pesquisa científica.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGE) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte por darem a oportunidade, subsídio e incentivo através dos professores, funcionários e infraestrutura. Aos secretários, André e Elaine pela eficiência, dedicação e apoio nos momentos necessários.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, que contribuiu para o desenvolvimento da pesquisa, assim como para participação de eventos científicos. Ao Laboratório de Geografia Física (LABGEOFIS) por disponibilizar a infraestrutura para produzir a pesquisa. Ao projeto Valoração de Serviços Ambientais (VALSA) pelos recursos disponibilizados para realização das atividades de campo.

Ao Grupo de Pesquisa em Geoecologia e Biogeografia de Ambientes Tropicais (TRÓPIKOS) e ao Laboratório de Biogeografia (LABIGEO – UFRN) pelo suporte dado para

a realização desta pesquisa, principalmente pela troca de conhecimento científico e pelas práticas das atividades de campo. Agradeço a todos os integrantes que fazem parte do grupo de pesquisa.

Aos meus grandes amigos Ana Cássia, Paloma Souza e Everton Ferrali pela amizade, pelos sonhos compartilhados, pelas alegrias, pelos conselhos e pelo companheirismo. Agradeço a Deus por ter vocês como amigos e confidentes.

Quero expressar meus agradecimentos as minhas amigas que conquistei nesses dois anos de mestrado, Jordania e Ivaniza. Obrigada pelo auxílio nos trabalhos de campo, que por alguns momentos deixaram a pesquisa de vocês de lado para me ajudar. O respeito e o companheirismo são a principal base para a amizade verdadeira, e louvo a Deus por ter vocês em minha vida. Compartilhar com vocês o mestrado, tornou o caminho menos difícil. Quero levar a amizade para sempre e agradeço cada minuto vivido ao lado de vocês!

Também não poderia de agradecer à três pessoas que vieram do Maranhão, Thiara, Andreza e Nayara, que conquistaram minha amizade facilmente. Em especial a Nayara, na qual dividimos os momentos de orientação, troca de conhecimento, sempre me incentivou e nos momentos que precisei sempre esteve à disposição. Agradeço a todos os amigos e colegas da turma do PPGE 2016.

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a pesquisa nos campos realizados, principalmente Júnior e Michel de Barra do Rio, e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão que se propuseram em contribuir com o estudo.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização da pesquisa nesses dois anos de mestrado!

***“Tenha Jesus Cristo em seu coração e
todas as cruzes do mundo parecerão rosas”.***
(São Pio de Pietrelcina).

RESUMO

O manguezal proporciona uma série de Serviços Ecossistêmicos (SE) necessários para a manutenção das comunidades humanas que habitam o entorno desses ambientes. A pesquisa objetivou comparar a oferta de SE de provisão fornecidos por duas áreas de manguezais que estão localizados em um estuário sob clima semiárido e em um estuário sob clima subúmido. Os estudos foram conduzidos no manguezal do rio Tubarão e do rio Ceará-Mirim, no Rio Grande do Norte. Primeiramente foi realizada a compartimentação e caracterização das unidades geoambientais do manguezal, identificando e mapeando os bosques de mangue, lavado, apicum e rio e canais de maré. Foram identificados quais os SE de provisão que são fornecidos pelas feições, sendo dados obtidos junto com às populações locais. Posteriormente foi realizado o mapeamento dos SE de provisão tendo como base as unidades geoambientais. No rio Tubarão foi identificado um total de quatro serviços (folha para ração do gado; Peixes, caranguejo, siri, búzios, sururu; Madeira para construção civil, como cercas e ripas; e Lenha), enquanto que o manguezal do rio Ceará-Mirim fornece um total de sete serviços (Peixes, caranguejo, siri, búzios; Criação de camarão; Madeira para construção civil, como cercas, ripas, vara para balsa, Remédio natural; Isca para pesca em alto mar; Coleta de propágulo para recuperação de área; água para os tanques de camarão, e Lenha). Com o mapeamento dos SE, foi possível identificar as unidades geoambientais que são potenciais prestadoras de serviços. Em ambas as áreas o bosque de mangue com predominância de *R. mangle* se destacou na provisão de fonte nutritiva, com a coleta de peixes, caranguejos, siris, búzios e de materiais para as comunidades locais. Através da análise da comparação entre as áreas, foi perceptível distinguir as semelhanças e as diferenças. Assim, constatou-se que são dois ecossistemas que estão localizados em ambiente de clima diferente, que apresentam serviços quase idênticos, mas com usos distintos, o que influencia na geração e oferta dos SE. Portanto, é perceptível que o ecossistema de manguezal desempenha um papel importante, para as comunidades locais que se beneficiam de forma direta e indireta dos bens e serviços.

Palavras-chave: Manguezal. Serviços Ecossistêmicos. Unidades geoambientais.

ABSTRACT

The mangrove provides a series of ecosystem services (ES) necessary for the maintenance of the human communities that habit around this environments. The research aimed in comparing the supply offer of ES provision provided by two mangrove areas located in an estuary under semi-arid climate and in an estuary under sub-humid climate. Theses studies have been conducted in the mangrove of the Tubarão river and in Ceará-Mirim river at Rio Grande do Norte. First of all have been made the compartmentation and characterization of geoenvironmental units of the mangrove, identifying and mapping the groves of mangrove, lavado, apicum, river and tidal channels. Have been identified which ES of provision are provided by the features, being obtained data along with the local populations. Subsequently, has been realized the mapping of ES of provision was done based on the geoenvironmental units. In the Tubarão river have been identified a total of four services (leaf for cattle ration; fishes, crabs, whelks; farming of shrimp; wood for civil construction, like fences, slats and firewood). While the mangrove of Ceará-Mirim river provide a total of seven services (fishes, crabs, whelks; farming of shrimp; wood for civil construction, like fences, slats and stick for boats, natural medicine; bait for high sea fishing; Collection of propagules for area recovery; water for the shrimp tanks and firewood). With the ES mapping, was possible identify the geoenvironmental units which are potential service providers. In both areas the grove of mangrove with predominance of *R. mangle* was highlighted in the provision of nutritional source with the collect of fishes, crabs, whelks and of materials for the local communities. Through the analysis of comparison between the areas was notable distinguish similarities and differences. So, it was verified that are two ecosystems that are located in a different climate environment, which present services almost identical, but with different uses, which influences the generation and offer of the ES. Therefore is notable that the mangrove ecosystem plays an important role, for local communities that benefit directly and indirectly from goods and services.

Keywords: Mangrove, Ecosystem Services. Geoenvironmental Units.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Esquema estrutural do geossistema e ecossistema (Adaptado de Haase, 1976) C– Clima; A–Água; R–Relevo; B–Biosfera; S–Sociedade; PL–Pedosfera e Litosfera.	21
Figura 02 – Distribuição global do ecossistema manguezal	22
Figura 03 – Esquema das fontes de energia e das forças naturais que atuam sobre o ecossistema manguezal.	23
Figura 04 – Distribuição dos sistemas estuarinos e lagunar do Rio Grande do Norte.	28
Figura 05 – Perfil esquemático das feições do manguezal (M.A. Maré alta; M. B. Maré baixa).	29
Figura 06 – Perfil esquemático da zonação do bosque de mangue (M.A. Maré alta; M. B. Maré baixa).	30
Figura 07 – Vista geral da feição apicum no manguezal do rio Tubarão (RN).	31
Figura 08 – Modelo de cascata proposto para avaliação do Serviços Ecossistêmicos.	34
Figura 09 – Estrutura hierárquica da classificação CICES para Serviços Ecossistêmicos.	38
Figura 10 – Esquema do modelo de matriz proposto por Burkhard et al. (2009) para mapeamento do SE.	44
Figura 11 – Localização das áreas em estudo: A – manguezal do rio Tubarão; B – manguezal do rio Ceará-Mirim.	47
Figura 12 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa.	49
Figura 13 – Mapa de pontos dos lugares visitados para coleta de dados	52
Figura 14 – Representação da tabela de atributos preenchidas de acordo com das unidades geoambientais.	55
Figura 15 – Mapa das unidades geoambientais do rio Tubarão	59
Figura 16 – Variação dos tons de verde na feição mangue do RT	60
Figura 17 – Feição lavado do manguezal rio Tubarão	61
Figura 18 – Feição apicum no interior dos bosques de mangue	61
Figura 19 – Representação da direção dos ventos predominantes do Rio Tubarão	63
Figura 20 – Mapa geomorfológico da área de estudo do rio Tubarão.	64
Figura 21 – Área de transição entre a área de solo argiloso e arenosa	65
Figura 22 – Variação da maré: A: Maré baixa, com a feição de lavado exposta; B: Maré cheia.	65
Figura 23 – Espécie vegetal de <i>Rhizophora mangle</i> no RT	66
Figura 24 – Espécies animais no RT: A: búzio (<i>Anomalocardia brasiliensis</i>); B: chama-maré (<i>Uca</i> spp.).	67
Figura 25 – Atividades tradicionais da RDSEPT: A: Confecção do apetrecho de pesca tainheira; B: Mariscagem.	68
Figura 26 – Mapa das unidades geoambientais do rio Ceará-Mirim.	71
Figura 27 – Diferentes níveis de desenvolvimento do mangue no Rio Ceará-Mirim	72
Figura 28 – Canal antigo e ramificado do rio Ceará-Mirim (RCM).	73
Figura 29 – Feição apicum do manguezal do rio Ceará-Mirim (RCM).	73
Figura 30 – Feição lavado do manguezal do rio Ceará-Mirim (RCM)	74
Figura 31 – Representação da direção dos ventos predominantes do Rio Ceará-Mirim.	76
Figura 32 – Mapa geomorfológico da área de estudo do rio Ceará-Mirim.	77
Figura 33 – Imagens das espécies de mangue encontrado no rio CM (A – <i>Rhizophora mangle</i> ; B - <i>Avicennia germinans</i> ; C – <i>Laguncularia racemosa</i> ; D – <i>Conocarpus erectus</i>)	78

Figura 34 – Espécies da fauna encontrado no rio CM (A –Aratu; B – Siri-azul; C – búzio; D – Cavalo marinho)	78
Figura 35 – Travessias das balsas com os turistas	79
Figura 36 – Confecção da rede de pesca tainheira.	84
Figura 37 – Mariscos retirados do rio Tubarão.	85
Figura 38 – Ranchos dos pescadores na área da RDSEPT.	86
Figura 39 – Momento da fervura dos mariscos com a utilização da lenha na área da RDSEPT.	87
Figura 40 – Prática da coleta dos animais selvagens: A – Pescaria; B – Captura de siri; C – Coleta de mariscos.	89
Figura 41 – Peixes encontrados no rio Ceará-Mirim: A – Saúna (<i>M. liza</i>); B – Tainha (<i>M. curema</i>).	90
Figura 42 – Mariscos retirados do rio Ceará-Mirim.	92
Figura 43 – A – Apetrecho puçá empregado para captura do siri; B – Armadilha “ratoeira” para captura do caranguejo.	92
Figura 44 – A – Corte da madeira; B – Ripas; C – Cercas; D – Varas para balsas.	94
Figura 45 – A – Projeto de recuperação da área de manguezal do rio Ceará-Mirim; B – Água do estuário utilizado para os tanques de camarão.	95
Figura 46 – Mapa de distribuição das divisões dos Serviços Ecossistêmicos do rio Tubarão: A – Nutrição; B – Materiais; C – Energia	97
Figura 47 – Distribuição espacial da capacidade dos serviços ecossistêmicos totais de provisão do manguezal do Rio Tubarão.	99
Figura 48 – Mapa de distribuição das divisões dos serviços ecossistêmicos do rio Ceará-Mirim: A – Nutrição; B – Materiais; C – Energia	102
Figura 49 – Distribuição espacial da capacidade dos serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal do Rio Ceará-Mirim.	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Síntese da extensão da área das unidades geoambientais do manguezal do rio Tubarão (RT).	58
Tabela 02 – Síntese da extensão da área das unidades geoambientais do manguezal do rio Ceará-Mirim (RCM).	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Gêneros e respectivas espécies de mangues encontradas no Brasil.	25
Quadro 02 – Classificação das categorias de Serviços Ecossistêmicos.	36
Quadro 03 – Classificação da estrutura hierárquica dos Serviços Ecossistêmicos da CICES.	38
Quadro 04 – Chaves de interpretação das feições do manguezal.	51
Quadro 05 – Esquema de cores utilizado para o mapeamento dos SE.	56
Quadro 06 – Serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal do Rio Tubarão.	81
Quadro 07 – Especificações dos apetrechos usados nas pescarias do RT.	83
Quadro 08 – Serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal do Rio Ceará-Mirim.	88
Quadro 09 – Resumo das semelhanças e diferenças entre as áreas em estudo.	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Climograma do município de Macau – RN (1961-1990).	62
Gráfico 02 – Climograma do município de Ceará-Mirim – RN (1961-1990)	75
Gráfico 03 – Porcentagem dos peixes citados nas entrevistas no rio Tubarão.	82
Gráfico 04 – Porcentagem dos peixes citados nas entrevistas no rio Ceará-Mirim.	90

LISTA DE ABREVIATURAS

CBERS	Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
CICES	<i>The Common International Classification of Ecosystem Services</i>
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EMPARN	Empresa Agropecuária do Rio Grande do Norte
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte
MEA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
RCM	Rio Ceará-Mirim
RDSEPT	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão
RN	Rio Grande do Norte
RT	Rio Tubarão
SE	Serviço Ecossistêmico
TEEB	<i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i>
TGS	Teoria Geral do Sistema
UNP	Universidade Potiguar

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 Ecossistema manguezal	20
2.1.1 Características gerais do ecossistema manguezal.....	21
2.1.2 Influência das condições físicas nos diferentes ambientes de manguezal.....	26
2.1.3 Feições do manguezal: lavado, bosque de mangue e apicum.....	29
2.3 Serviços ecossistêmicos.....	32
2.2.1 Classificações dos Serviços Ecossistêmicos.....	35
2.2.2 Serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal	40
2.2.3 Mapeamento como instrumento para análise do SE.....	41
CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS	46
3.1. Localização das áreas de estudos	46
3.2. Procedimentos metodológicos.....	48
3.2.1 Mapeamento das unidades geoambientais.....	50
3.2.2 Identificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal.....	53
3.2.3 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão	54
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4.1. Unidades geoambientais.....	58
4.1.1 Caracterização e interação das unidades geoambientais do rio Tubarão.....	58
4.1.2 Caracterização e interação das unidades geoambientais do rio Ceará-Mirim	70
4.2. Serviços ecossistêmicos de provisão	81
4.2.1 Identificação dos serviços ecossistêmicos do rio Tubarão	81
4.2.2 Identificação dos serviços ecossistêmicos do rio Ceará-Mirim.....	87
4.3 Mapeamento dos Serviços ecossistêmicos de provisão	96
4.3.1 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos do rio Tubarão	96
4.3.2 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos do rio Ceará-Mirim.....	100
4.4 Análise comparativa entre os Serviços Ecossistêmicos dos rios Tubarão e Ceará-Mirim	103

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
APÊNDICES	125
ANEXOS	129

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO



Fonte – Giglioli. E. (2004)

INTRODUÇÃO

A partir da década de 80 ocorre as crescentes discussões no âmbito da conservação da Natureza e suscitaram o desenvolvimento de estratégias para manejo sustentável de ecossistemas, levando em consideração os processos ecológicos e as questões sociais e econômicas, bem como suas relações mútuas. É neste aspecto que o conceito de Serviço Ecossistêmico (SE) busca promover a importância de conservar os ecossistemas através da integração de conceitos ambientais e socioeconômicos (BURKHARD, 2007; FISHER et al., 2009).

Essa abordagem é baseada nas ciências econômica e ecológica, e busca compreender como o ser humano interage com o meio natural, bem como conhecer de que forma as ações antrópicas afetam a capacidade dos ecossistemas em fornecer serviços essenciais à vida na Terra (ANDRANDE, 2009; THORSEN et al. 2014). Segundo autores como Daily (1997) e Potschin e Haines-Young, (2013), os SE se referem aos benefícios que os ecossistemas proporcionam de forma direta e indireta para o bem-estar humano. De acordo com Fisher et al. (2009), todos os SE são gerados e assegurados pelos ecossistemas em toda a sua diversidade e funcionalidade.

Tendo por base a abordagem dos SE e sua importância para o bem-estar humano, torna-se fundamental o papel da ciência geográfica para avançar nesta discussão, posto que a Geografia busca analisar a produção do espaço geográfico através da relação do homem com o ambiente. É notória a capacidade que a Geografia tem em auxiliar na compreensão dos serviços, através de uma abordagem integrada com aporte nos processos sociais e físicos com base na espacialização (POTSCHIN e HAINES-YOUNG, 2013).

Bastian et al., (2015) acrescentam que a Geografia pode oferecer suporte para a análise dos SE, fortalecendo sua base científica e colocando os SE em um contexto espacial, o que pode influenciar na elaboração de políticas de uso da terra e tomadas de decisão mais coerentes. Ainda segundo os autores supracitados, é importante compreender como as características dos ambientes interferem na prestação e nas ofertas dos serviços, tendo como base a utilização de aspectos geográficos para a análise. Desta maneira, a delimitação de unidades geoambientais vem a colaborar com a identificação e classificação dos SE.

A partir dessa premissa, é necessário ressaltar a importância da conservação ambiental dos ecossistemas de manguezal, que se constituem como áreas frágeis e de intensa dinâmica ambiental. O manguezal é um ecossistema de transição entre o ambiente marinho e terrestre,

localizado nos estuários e sujeito ao regime de marés, considerado um dos ecossistemas mais dinâmicos do planeta. Sua importância vai além do aspecto ecológico, pois fornece sustento a muitas comunidades que vivem no litoral (DAWES et al., 1999, ALONGI, 2002, VANNUCCI, 2002, POLIDORO et al., 2010).

O manguezal, proporciona uma série de SE necessários para a manutenção das comunidades humanas que habitam o entorno desses ambientes. Considerado como um dos mais produtivos do planeta, esse ecossistema propicia alguns serviços como o fornecimento de recursos vegetais e animais para populações humanas (COSTA et al, 2014; POLIDORO et al, 2010). Os manguezais sustentam intensa atividade biológica, que muitas vezes assume importância para as comunidades costeiras locais, servindo de base para a subsistência (FALCÃO, 2005).

As características climáticas têm papel importante para determinar o grau e o nível de desenvolvimento das áreas de manguezal. Em regiões áridas, o ecossistema exibe estrutura de pequeno porte, entretanto, em clima subúmido e úmido, apresentam, bosques de mangue mais desenvolvidos (LUGO, 1980; COSTA et al, 2014). Duke et al. (2007), Bunt (1999) e COSTA et al, (2014) acrescentam que a salinidade é um parâmetro de grande importância ecológica que está diretamente relacionada com a distribuição das espécies de mangue, especialmente em ambientes áridos, onde pode haver a acumulação de sais nos solos.

Os estuários são classificados como positivos e negativos, associados ao gradiente de salinidade, que influenciam diretamente no ecossistema de manguezal. Os estuários negativos são tipicamente encontrados em regiões áridas (MIRANDA et al., 2002), enquanto em estuários positivos estão situados em ambiente onde ocorre a presença de rios perenes (DEBENAY, et al., 1989, SAVENIJE; PAGÈS, 1992, SIMIER et al., 2004).

No Rio Grande do Norte (RN) ocorrem esses dois tipos de estuários, em consonância com os tipos de clima e posicionamento geográfico distintos. No litoral setentrional os ambientes estuarinos demonstram características hipersalinas e no litoral oriental apresentam características de estuário positivo (SILVA et. al., 2005, DIAS et al., 2007, COSTA, et al, 2014).

Diante desta realidade, buscou-se analisar quais os SE de provisão prestados pelas unidades geoambientais do manguezal no Rio Tubarão e no manguezal do rio Ceará-Mirim, o primeiro localizado sob clima semiárido e o segundo sob clima subúmido, e com isto responder as seguintes perguntas. Qual a distribuição espacial dos serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal nas áreas de estudo? É possível relacionar os SE de provisão com as

unidades geoambientais dos manguezais em cada área em estudo? Existe diferenciação entre os SE de provisão fornecidos pelos dois estuários?

Posto isto, o objetivo geral da pesquisa é analisar a oferta dos Serviços Ecossistêmicos de provisão no manguezal do rio Tubarão e do rio Ceará-Mirim, no Rio Grande do Norte. Os objetivos específicos se dividem em:

- Delimitar e caracterizar as unidades geoambientais do manguezal dos rios Tubarão e Ceará-Mirim.
- Identificar os serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelo manguezal, em ambas as áreas.
- Distribuir espacialmente a prestação de serviços fornecidos pelos manguezais.
- Comparar os serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal dos rios Tubarão e Ceará-Mirim.

Portanto, através desta pesquisa, é possível compreender a oferta dos serviços nas áreas de estudo, assim como, apreender a relação da abordagem dos SE com a ciência geográfica, destacando que há carência de pesquisas nas áreas em estudo sobre essa temática. Ademais, salienta-se que a abordagem através dos Serviços Ecossistêmicos auxilia na conscientização sobre a relação de dependência da sociedade e dos ecossistemas, colaborando para demonstrar a importância da conservação da natureza.

CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



Fonte – Giglioli, E. (2004)

CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ecossistema manguezal

Para descrever sobre o ecossistema manguezal é necessário se referir previamente ao termo ecossistema e correlaciona-lo com a ciência Geográfica. O termo foi proposto, em 1935, pelo ecólogo Tansley, e se tornou objeto fundamental de estudo da Ecologia¹. No entanto, Tricart (1977) afirma que o termo ecossistema não foi discutido pela primeira através de Tansley, mas foi o primeiro a sistematizá-lo como sendo um conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual eles vivem (SANTOS, 2014).

Outros autores definem o ecossistema sendo uma área relativamente homogênea onde ocorre a interação entre todos os seres vivos que habitam uma determinada área entre si e com as condições físicas ou ambientais em que estão inseridos (CHRISTOFOLETTI, 1999; ODUM, 2004; TOWNSEND, 2010).

O termo ecossistema se enquadra dentro da abordagem sistêmica que foi discutida mais profundamente por Bertalanffy (1973) a partir da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que se caracteriza como um conjunto sistêmico e se organiza com base nas inter-relações entre unidades, onde o organismo é visto como totalidade e o todo é mais complexo que a soma das partes. Portanto, os sistemas possuem atributos, elementos ou unidades, entradas e saídas de matéria e energia, fluxo e informação (NEVES, 2014). Assim, para a TGS é necessário juntar as partes pertencentes a um sistema, em seu contexto, para uma melhor compreensão do sistema (SANTOS, 2014).

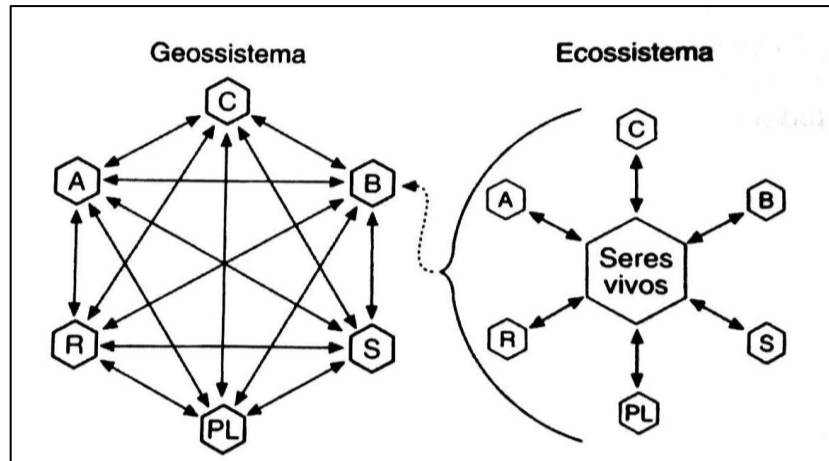
Para incorporar o conceito ecossistema nas ciências geográficas, foi criado o termo de geossistema através de Sotchava (1960), que agrega o conceito de ecossistema a noção de espaço (FIGURA 01). Para Bertrand (1968), percussor do conceito de Geossistema no ocidente, definiu como um sistema aberto, hierarquicamente organizado, formado pela combinação dinâmica e dialética, portanto instável, de fatores físicos, biológicos e antrópicos.

A partir da perspectiva geográfica a abordagem sistêmica se materializa no conceito de geossistema, mais amplo que o conceito de ecossistema, sendo um termo fundamentalmente ecológico. Santos (2014), acrescenta que o conceito de ecossistema não subentende na análise

¹ Ecologia é a ciência que estuda as inter-relações complexas entre os organismos que interagem entre si e com o mundo natural e demonstra as condições da luta pela existência (RICKLEFS, 2010).

do meio físico, pois não considera os atributos físicos do meio, sendo estes fundamentais nos estudos geográficos.

Figura 01 – Esquema estrutural do geossistema e ecossistema (Adaptado de Haase, 1976) C – Clima; A – Água; R – Relevo; B – Biosfera; S – Sociedade; PL – Pedosfera e Litosfera.



Fonte – Christofolletti, 1999.

O geossistema resulta, da combinação dinâmica de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), de uma condição de exploração biológica natural (vegetação, solo, fauna) e de atividades ditas antrópicas. Assim, o geossistema contribui para a análise da distribuição, estrutura e organização espacial e interação de elementos bióticos e abióticos e formam diferentes paisagens (BERTRAND, 1968).

Com base nessas abordagens de análise, observa-se que todo ecossistema está inserido em um geossistema, pelo fato de abranger os processos e fluxos bióticos e abióticos em que estão inseridos. No entanto, os ecossistemas não abrangem a escala espacial com influência antrópica, se tornando um fator limitante aos estudos geográficos (CHRISTOFOLETTI, 1999; NEVES, 2014).

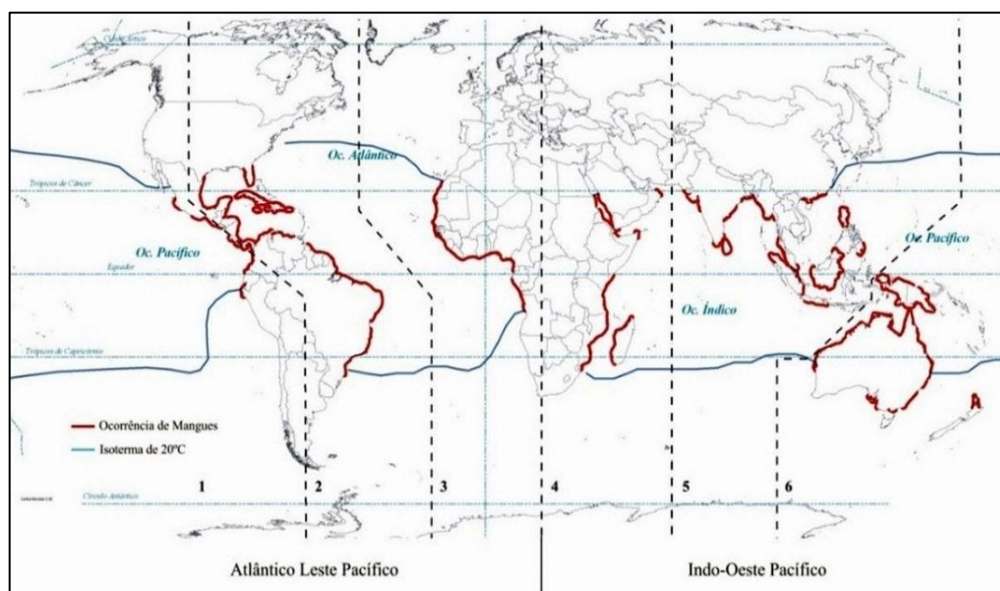
2.1.1 Características gerais do ecossistema manguezal

O manguezal é um ecossistema que está situado nos estuários e nas lagunas. São sistemas caracterizados pela transição entre ambiente terrestre e aquático, influenciados pela variação de marés (EWEL et al., 1998; COSTA et al., 2014). Walsh (1974) afirma que a distribuição do manguezal no mundo e o atual padrão de distribuição das espécies são consequência da deriva continental. De forma geral, o processo de dispersão dos propágulos

através das correntes marítimas contribui para a distribuição das espécies características desse ambiente.

Os manguezais estão restritos à zona intertropical do globo entre as latitudes 30° Norte e Sul (FIGURA 02), podendo variar sua distribuição para maiores ou menores latitudes a depender da temperatura de água do mar que é limitada pela isoterma de 20°C. Exceções são encontradas para além dos limites tropicais, por exemplo, ao Norte na latitude de 32°20'N no Japão e de 38°45'S na Austrália. Há uma predominância de distribuição dos manguezais tanto para o continente americano como para o africano na costa oeste em relação à costa leste. Nas ilhas do Oceano Pacífico não há presença desse ecossistema (SPALDING et al., 1997).

Figura 02 – Distribuição global do ecossistema manguezal



Fonte – Spalding et al., 1997.

O Brasil situa-se entre os países com as maiores extensões de manguezais do mundo, apresentando uma área aproximada de 13.763 km² que se estendem desde o extremo norte, no Oiapoque (Amapá) até em Santa Catarina. É limitado pelo avanço das massas de ar polares e correntes oceânicas de origem Antártica que formam uma barreira geográfica para o desenvolvimento do manguezal ao sul (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; KJERFVE et al., 1997).

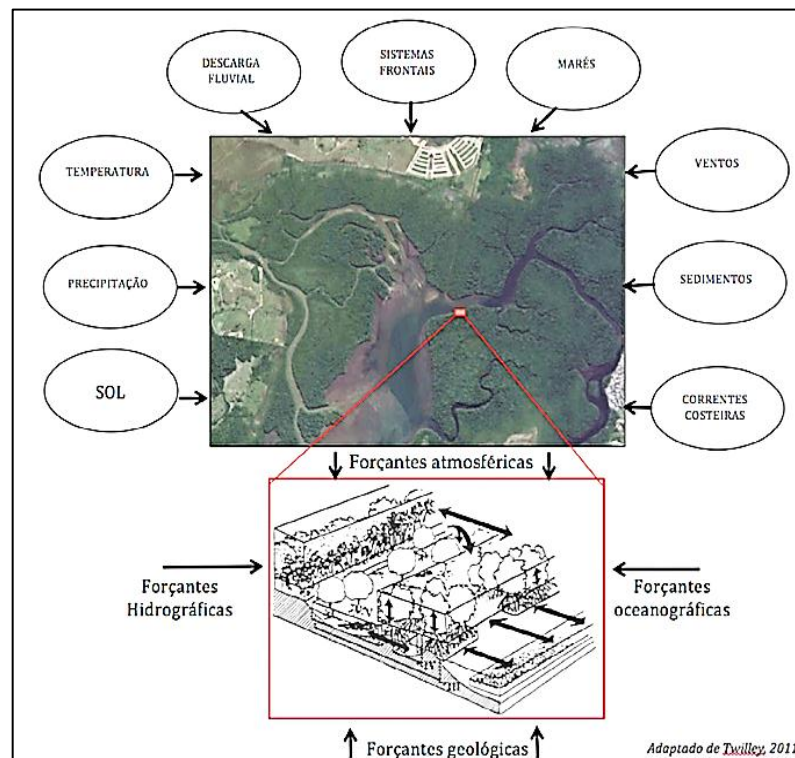
No Rio Grande do Norte (RN), a faixa de manguezal de maior representatividade está situada no litoral oriental-sul, enquanto que no litoral setentrional as áreas de manguezal são de pequena extensão. Ao longo do litoral norte do Estado potiguar, devido um dos atributos físicos como o clima ser caracterizado como semiárido quente, os rios desembocam abastecendo os

estuários com maior quantidade de água doce apenas entre os meses de fevereiro e junho, se caracterizando como estuários negativos (NUNES, 2006; MEDEIROS et al., 2010; COSTA et al., 2014; GUEDES, et al., 2016). Prates et al. (1981) afirmam que no litoral oriental a rede de drenagem é constituída por cursos de águas perenes, o que estabelecem as planícies flúvio-marinhas, resultando áreas de manguezal de maiores extensões.

O manguezal, de maneira geral, apresenta em alguns bosques, zonas ou faixas distintas, compostas por apenas uma espécie ou por um conjunto de espécies arbóreas. A zonation é resposta a mudanças geomorfológicas e fisiológicas e está influenciada pelo gradiente de salinidade. Consequentemente, a fisionomia e a formação da vegetação dos manguezais podem ser fortemente controladas por padrões locais relacionados à maré e à drenagem da superfície terrestre (SNEDAKER, 1982; TOGNELLA; OLIVEIRA, 2014).

O desenvolvimento do ecossistema manguezal parte da complexidade advindos dos fatores externos (abióticos) que incidem sobre o sistema e o regulam. As forças que influenciam são de natureza atmosférica, hidrográfica, oceanográfica e geológica e irá determinar e propiciar o local favorável para o desenvolvimento do ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015) (FIGURA 03).

Figura 03 – Esquema das fontes de energia e das forças naturais que atuam sobre o ecossistema manguezal.



Fonte – Schaeffer-Novelli, 2015.








As forças que atuam no manguezal funcionam com diferentes intensidades e frequências, são subsidiadas por *input* de energia proveniente do Sol que se reflete nas condições climáticas do bosque. A partir da ação das marés, das precipitações, dos aportes de água doce e salgada, dos *inputs* de sedimentos fluviais e marinhos, as espécies vegetais presentes captam a energia e transformam em estrutura florestal. (SCHAEFFER-NOVELLI, 2015).

O manguezal é um ecossistema de alta produtividade e com riqueza em matéria orgânica, apresentando considerável importância no ciclo de nutrientes, influenciando os ambientes estuarinos e costeiros adjacentes (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). A produção de matéria orgânica se dá, principalmente, pela transformação do material foliar em partículas de detritos que são usadas por muitos organismos consumidores, em sua maioria de hábitos alimentares detritívoros (ALONGI, 2002).

O manguezal é definido no espaço com limites marcados por níveis de marés altos e baixos e considerado um ecossistema marginal. Pois, conforme afirma Vannucci (2002) as espécies de plantas e animais que nele habitam vivem muito perto dos limites de tolerância a condições ambientais extremas. Devido a isso, poucas espécies são capazes de tolerar extremos de salinidade, inundação, temperatura, ventos, entre outros fatores. É considerado também como um ambiente naturalmente estressado, devido às condições extremas em que se desenvolvem (LUGO, 1980; ROCHA JUNIOR, 2011).

A vegetação é halófila, constituída por espécies vegetais lenhosas (angiospermas), além de micro e macroalgas, adaptadas para se desenvolverem em ambientes de planície de inundação de marés (VANNUCCI, 2001). Segundo Schaeffer-Novelli (1990), no Brasil, o manguezal é composto por seis espécies, encontradas ao longo de todo o litoral brasileiro, apresentando espécies lenhosas típicas, que se estabelecem a partir condições físicas que o ambiente apresenta (QUADRO 01).

Quadro 01 – Gêneros e respectivas espécies de mangues encontradas no Brasil.

GÊNERO	ESPÉCIE	IMAGEM
Rhizophora	<i>Rhizophora mangle</i> Linnaeus (1753) (mangue vermelho)	
	<i>Rhizophora racemosa</i> Meyer (1818)	
	<i>Rhizophora harrisonii</i> Leachman (1918)	
Laguncularia	<i>Laguncularia racemosa</i> C.F. Gaert (1807) (mangue branco)	
Avicennia	<i>Avicennia schaueriana</i> Stapf & Leechm. ex Moldenke (1939) (mangue língua de vaca)	
	<i>A. germinans</i> L (1764) (mangue preto)	
Conocarpus	<i>Conocarpus erectus</i> Linnaeus (1753) (Mangue botão)	

Fonte - Schaeffer-Novelli, 1990.

A maioria das espécies apresenta reprodução por viviparidade, esse processo permite que as sementes permaneçam na árvore até se transformarem em embriões. Essas estruturas, conhecidas como propágulos, acumulam quantidade de reservas nutritivas, permitindo sua sobrevivência até encontrarem ambiente adequado à sua fixação (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1995; GALVANI e LIMA, 2010).

Outra adaptação está atrelada às estratégias de tolerância ao sal. As espécies podem ser classificadas em sal-secretoras, quando secretam o sal por meio de glândulas de sal, sal-acumuladoras, quando acumulam sal nas células, e/ou sal-excludentes, quando eliminam parte do sal a partir da ultra filtração nas células das raízes (LIANG et al., 2008). Parida e Jha (2010) mostram que *Rhizophora* é um gênero sal-excludente e sal-acumulador, *Laguncularia* é um gênero secretor e *Avicennia* é um gênero sal-excludente, sal-secretor e sal-acumulador.

Schaeffer-Novelli (1995) acrescenta que os manguezais também abrigam grande variedade de fauna que inclui um conjunto de animais que habitam na zona entre marés, dominada por crustáceos. A maior parte da fauna vem do ambiente marinho, como moluscos, crustáceos e peixes, mas também ocorre a contribuição da água doce principalmente com crustáceos e peixes. O manguezal ainda abriga uma fauna microscópica composta principalmente por bactérias, protozoários, microcrustáceos, entre outros, cujo papel é a manutenção e funcionamento dinâmico do ecossistema. Os crustáceos decápodes desempenham papel importante, onde Gregory et al. (1991) afirmam que esses animais realizam a fragmentação das folhas que caem das plantas, facilitando a utilização por outros organismos menores e, ao construírem suas tocas, reviram a lama, trazendo à superfície grande quantidade de matéria orgânica.

Vale ressaltar que, além da importância ecológica, o manguezal apresenta relevância do ponto de vista econômico, pois é caracterizado por ter uma diversidade faunística amplamente utilizada como recurso alimentar, promover a produção de bens e serviços capazes de atrair e manter populações humanas em suas proximidades e fornecer recursos vegetais para produção de lenha, carvão, medicamentos, construção de casas e currais para a pesca (NAGELKERKEN, 2008).

2.1.2 Influência das condições físicas nos diferentes ambientes de manguezal

O manguezal é um ecossistema naturalmente estressado por se localizar em áreas de estuários e lagunas com influência de água salgada e doce. Isso acarreta limitações de tolerância a condições ambientais, no entanto é composto por uma gama de condicionantes que serve para o desenvolvimento desse ecossistema e proporciona uma alta produtividade que o torna um ambiente favorável para o crescimento e sobrevivência de espécies vegetais e animais. Por conseguinte, as principais características físicas que influenciam o manguezal são clima, salinidade, granulometria do sedimento, temperatura e fluxo de água doce e salgada (LUGO, 1980; DUKE et al. 1998; COSTA, 2010).

Nessa perspectiva, as características climáticas têm papel importante para determinar o grau e o nível de desenvolvimento das áreas de manguezal. De acordo com Lugo (1980), a influência climática regula a disponibilidade de água doce, a salinidade do solo, a entrada de nutrientes e a temperatura. Tais considerações apontam que em regiões onde predomina o clima árido, o manguezal exibe estrutura de pequeno porte, pois o escoamento da entrada do sistema fluvial é menor em relação à evaporação e a entrada da água do mar, acarretando a hipersalinidade do sistema. Entretanto, em clima subúmido, com o aporte de água doce de forma perene, o ecossistema de manguezal apresenta bosques mais desenvolvidos, pois se encontra com salinidades do solo mais baixa o que contribui para um ambiente menos estressado e vegetação mais exuberante (LUGO, 1980).

Duke et al. (2007) e Bunt (1999) acrescentam que a salinidade é a variável de grande importância ecológica e está diretamente relacionada com a distribuição das espécies de mangue, especialmente em ambientes áridos, onde pode haver a acumulação de sais nos solos. Diante disto, o padrão de distribuição das espécies pode originar bosques que podem ser monoespecíficas ou mistos.

A dinâmica da salinidade está relacionada com as interações entre água doce e salgada nesse ambiente denominado do estuário. A definição mais adotada para estuário na literatura científica foi a dada por Pritchard (1955) e Cameron e Pritchard (1963), que consideram o estuário como um corpo de água costeiro semifechado, com livre ligação com o oceano aberto, na qual a água do mar é diluída pela água doce oriunda da drenagem continental. Miranda, Castro e Kjerfve (2002), definem três zonas: Zona de Maré do Rio (planície Fluvial), Zona de Mistura (Planícies Flúvio-marinha) e Zona Costeira (Planície Costeira). A Zona de Mistura compreende a região onde ocorre a mistura da água doce de drenagem continental com a água do mar, onde ocorrem as Planícies Flúvio-marinhas.

A característica de um estuário é a interação que ocorre no seu interior entre a água salgada e doce, então é muito comum a classificação pela salinidade, relatando graus de mistura entre essas duas massas de água. Em um típico estuário, a salinidade diminui do oceano para o rio, o que permite realizar sua subdivisão. A área com alta salinidade é chamada de polihalina, salinidades médias constituem a parte mesohalina, e a região de menor salinidade, oligohalina (DAY et al. 1989; MIRANDA, CASTRO E KJERFVE, 2002).

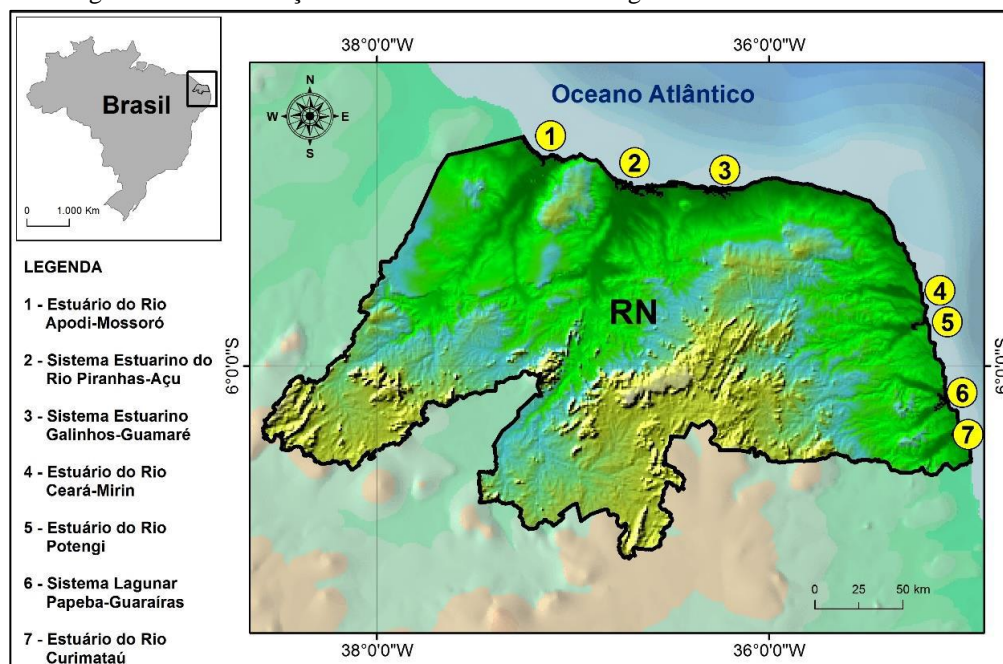
Ainda segundo o gradiente de salinidade, que influencia diretamente no ecossistema de manguezal, com o condicionante clima, os estuários são classificados como positivos e negativos. Os estuários negativos são tipicamente encontrados em regiões áridas que apresentam precipitação anual baixa e pouca vazão de água doce (MIRANDA CASTRO E

KJERFVE, 2002). Os estuários podem ser considerados hipersalinos, onde as concentrações de sal excedem algumas vezes 50 g/L^{-1} . Enquanto em estuários positivos, estes valores extremos variam de 0 a 30 g/L^{-1} com relação a distância e proximidade com o oceano (DEBENAY, et al., 1989, SAVENIJE; PAGÈS 1992; SIMIER et al., 2004).

O litoral do RN é representado pela influência do clima semiárido e do clima subúmido. O trecho do litoral setentrional apresenta precipitações concentradas que ocasionam longos períodos de estiagem e que contribuem para a hipersalinidade dos estuários, atingindo valores de salinidade acima de 45 g/L^{-1} . No litoral oriental ocorre precipitação anual que varia entre 800 e 1.600 mm, predominando estuários positivos em que os valores de salinidade variam de 0 a 30 g/L^{-1} (COSTA, 2010; SILVA, 2013).

O Rio Grande do Norte é composto por seis sistemas estuarinos (rio Apodi-Mossoró, rio Piranhas-Açu, Galinhos-Guamaré, rio Ceará-Mirim, rio Potengi, rio Curimataú) e um sistema lagunar (Pepeba-Guarairas) (FIGURA 04), onde o ecossistema de manguezal ocorre de maneira mais expressiva. Esses sistemas são formados por dois tipos de estuários, no litoral setentrional os ambientes estuarinos demonstram particularidades hipersalinas e no litoral oriental apresentam características de estuário positivo (SILVA et. al., 2005, DIAS et al., 2007, COSTA, et al., 2014).

Figura 04 – Distribuição dos sistemas estuarinos e lagunar do Rio Grande do Norte.



Fonte – Costa, 2017.

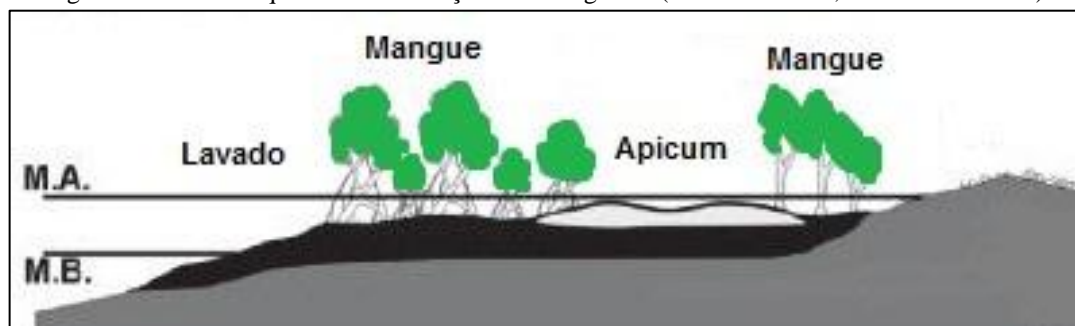
De acordo com Nunes (2006), os manguezais apresentam as maiores extensões no litoral oriental, enquanto que no litoral norte, o ecossistema compreende áreas menores. Prates, Gatto e Costa (1891) reiteram que no litoral oriental a rede de drenagem apresenta-se com maior frequência e é constituída por cursos de água perenes, fazendo com que se tenha maior área de ocorrência do ecossistema.

Já o litoral norte possui poucos estuários, porém, possui áreas de acumulação flúvio-marinha de maiores extensões abrangendo o manguezal, onde os índices pluviométricos são concentrados em poucos meses do ano (dezembro a maio). Devido aos fatores climáticos, os estuários se tornam negativos/hipersalinos, atingindo valores de salinidade acima de 40 g/L^{-1} , favorecendo assim a produção de sal no estado (MIRANDA et al., 2004; SILVA et al., 2009; COSTA et al., 2010).

2.1.3 Feições do manguezal: lavado, bosque de mangue e apicum

O manguezal não é homogêneo, para Schaeffer-Novelli et al., (2015) esse ecossistema pode apresentar estrutura caracterizada por um *continuum* de feições, identificado como lavado, mangue (bosque de mangue) e apicum (FIGURA 05). Cada feição, apesar de dispostos num continuum e serem regidas, em sua totalidade, por forças mais poderosas, como o clima e o regime de maré, apresentam particularidades que lhe dão identidade, em termos geomorfológicos, físicos, químicos e biológicos. Essas feições são consideradas pertencentes ao mesmo sistema e exercem funções importantes no manguezal, enquanto componente da dinâmica costeira (SCHAEFFER-NOVELLI, 1990; CLEMENTE-JÚNIOR et al, 2012).

Figura 05 – Perfil esquemático das feições do manguezal (M.A. Maré alta; M. B. Maré baixa).



Fonte – Adaptado de Meireles et al., 2010.

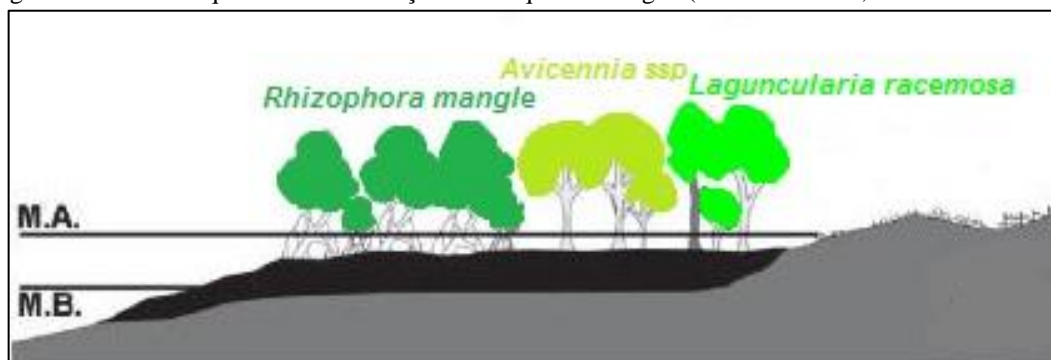
O lavado, também chamado de banco de sedimentos, é a feição exposta a maior frequência de inundação, apresentando substrato lamoso e desprovido de cobertura vegetal

vascularizada. Está mais exposto à inundação pelas marés e pode sofrer a erosão rapidamente frente aos eventos de grandes ondas, marés meteorológicas e sistemas frontais (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015). É a feição que se localiza na frente do mangue e possui uma fauna abundante e diversificada.

A feição mangue (bosque de mangue) é a porção próxima ao lavado e apresenta cobertura vegetal típica, constituída por espécies arbóreas. É formado por espécies de diferentes gêneros, adaptadas ao ambiente periodicamente inundado pelas marés, com variações de salinidade (COELHO JÚNIOR et al., 2012; SCHMIDT et al., 2013; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015). Segundo Clemente-Júnior (2012), a porção da franja do mangue, que está próxima ao lavado, exporta matéria orgânica predominantemente particulada. Enquanto na porção interior da feição caracterizada por depressão do próprio substrato do bosque, exporta matéria orgânica dissolvida.

Como dito no subcapítulo 2.1.1, o manguezal apresenta seis espécies vegetais vasculares ao longo de todo o litoral brasileiro, no entanto as espécies mais amplamente distribuídas são *Rhizophora mangle* Linnaeus (1753) (mangue vermelho), que ocupas as áreas de solos mais lamosos do ecossistema, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke (1939) (mangue língua de vaca) e *A. germinans* L (1764) (mangue preto) se encontram nas áreas de substrato mais consolidado (menor teor de argila) e *Laguncularia racemosa* C.F. Gaert (1807) (mangue branco), que geralmente está na porção onde a frequência das inundações é menor e o substrato é mais consolidado (FIGURA 06).

Figura 06 – Perfil esquemático da zonação do bosque de mangue (M.A. Maré alta; M. B. Maré baixa).



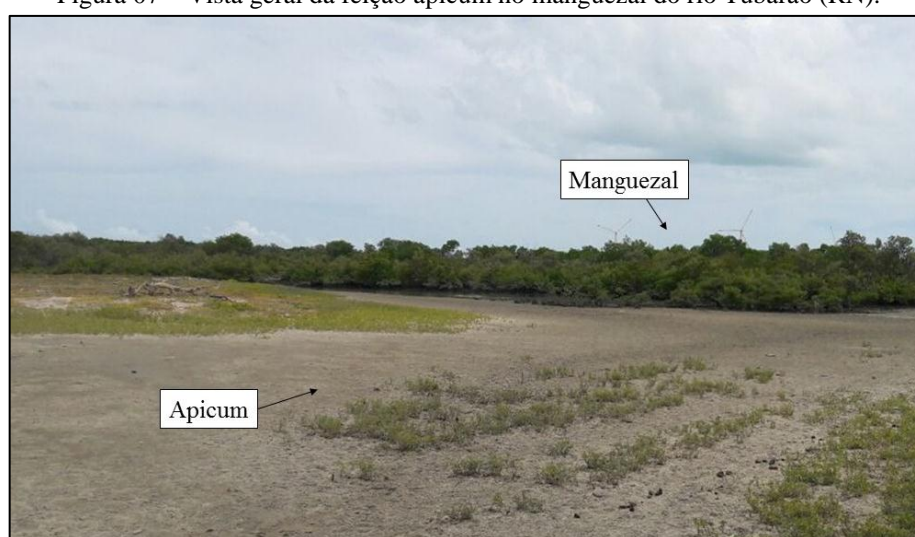
Fonte – Adaptado de Meireles et al., 2010.

A feição apicum serve como zona de amortecimento, e faz parte da sucessão natural do manguezal, sendo resultado da deposição de areias finas pela preamar. Tem a função de servir

como reservatório de nutrientes e suporte para fases de ciclos biológicos de espécies da fauna associada ao manguezal (HADLICH et al., 2008).

Segundo Meireles et al. (2010) o apicum apresenta fisionomia plana, influenciada pelas oscilações das marés de sizígia e pela água doce no período de cheias fluviais. A ocorrência de apicuns está associada a zonas marginais de manguezais, na interface médio/supra litoral, localizadas entre manguezais e terras elevadas adjacentes. No entanto, também são encontradas no interior dos bosques de mangue e constitui-se nos terrenos mais elevados no manguezal (FIGURA 07).

Figura 07 – Vista geral da feição apicum no manguezal do rio Tubarão (RN).



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Embora alguns estudos tentem desconsiderar o apicum como integrante do manguezal, Schmidt et al., (2013) a considera como um tipo particular de manguezal que, junto com as demais feições constituem o ecossistema, onde as feições se completam e exercem funções importantes.

No ambiente do manguezal ocorrem também o rio e os canais de maré como unidades importantes para a dinâmica do ecossistema. São caracterizados como uma zona sempre inundada nos relevos mais rebaixados e com gradiente de salinidade que diminui da desembocadura do rio em direção ao interior. São canais formados naturalmente e essenciais para o fluxo de corrente de maré que atingem os pontos mais internos do manguezal (LACERDA E MARINS 2002).

Os canais de maré funcionam como ambientes de refúgio, que espécies de peixes escolhem para o seu crescimento, sendo importantes áreas de alimentação. Dessa forma,

contribuem para o sustento de uma das principais atividades econômicas oriundas na zona costeira que é a pescaria (SILVA JÚNIOR et al., 2013).

2.3 Serviços ecossistêmicos

O Serviço Ecossistêmico (SE) é uma abordagem que tem papel de avaliar as interações entre o ecossistema e a sociedade ao integrar conceitos ambientais e socioeconômicos, o que necessita de conhecimento interdisciplinar. Dessa forma o conceito de SE é fundamental para compreender a forma que o ser humano interage com o meio natural e tem sua origem nas ciências econômica e ecológica (THORSEN et al., 2014, GJORUP, et al., 2016).

As abordagens iniciais sobre SE ocorreram em meados dos anos de 1970, com o objetivo de discutir as questões sobre conservação da biodiversidade, e posteriormente, incluindo nas discussões o valor econômico dos serviços. No entanto, foi a partir de 1990 que de fato foi colocado em pauta e mais difundido (GOMÉZ-BAGGETHUN et al., 2010). Nas últimas décadas, têm-se observado o desenvolvimento de estudos voltados para a análise e compreensão dos SE, principalmente, a partir dos resultados preocupantes encontrados pelas pesquisas sobre mudanças ambientais e as tendências futuras (COSTANZA et al., 1997; DAILY, 1997; DE GROOT et al., 2002).

Os Serviços Ecossistêmicos são definidos e classificados de diversas formas na bibliografia. Para as definições não existe uma padronização do conceito, sendo aplicados múltiplos e distintos termos, dependendo da origem ecológica ou econômica da abordagem. Uma das primeiras definições dada por Daily (1997, p. 03), considera o SE as “condições e processos através dos quais os ecossistemas e as espécies que os compõem, sustentam e realizam vida na terra.”

Outro trabalho que foi pioneiro com essa abordagem é o de Costanza et al. (1997), que traz a estimativa do valor econômico dos SE e definiu como os benefícios que as sociedades obtêm, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas. Posteriormente, o projeto *Millennium Ecosystem Assessment* (2003), tendo a base nos trabalhos desenvolvidos por Costanza et al. (1997) e Daily (1997), simplifica o conceito e define SE como os benefícios que as sociedades obtêm dos ecossistemas.

Vários autores propõem outras definições para SE, baseados tanto no viés econômico quanto no ecológico, como por exemplo Limburg e Folke (1999), De Groot (2002), Boyd e Banzhaf (2007), Andrade (2010), Bateman et al. (2011) e Haines-Young e Potschin (2011).

Para esta pesquisa foi utilizado o termo Serviço Ecológico, difundido por Daily (1997) e adotado pela CICES (*The Common International Classification of Ecosystem Services*), proposta por Haines-Young e Potschin (2010), que o caracterizam como os benefícios que os ecossistemas proporcionam de forma direta e indireta para o bem-estar humano. De acordo com Fisher et al. (2009), todos os SE são gerados e assegurados pelos ecossistemas em toda a sua diversidade e funcionalidade.

O termo SE é muitas vezes utilizado como sinônimo do termo Serviços Ambientais no Brasil, embora ainda não exista na literatura uma conformidade sobre a aceitação ou não da diferenciação desses termos. No entanto, alguns autores propõem a nomenclatura Serviços Ambientais quando se refere a Pagamento por Serviços Ambientais – PSA (BONILLA, et al. 2016; TITO E ORTIZ, 2013).

Segundo Tito e Ortiz (2013), o PSA se refere ao pagamento pelo serviço de proteção ou recuperação que o homem presta em benefício dos ecossistemas e que direta e indiretamente, fornece serviços para as comunidades. Tem como princípio a contribuição das pessoas para a conservação e a manutenção dos serviços. Enfatizando o que foi tido anteriormente, para esta pesquisa foi utilizado o conceito de Serviços Ecológicos proposto Haines-Young e Potschin (2010) através da elaboração do projeto da CICES.

Na perspectiva econômica, a valoração ambiental é considerada uma ferramenta para tomada de decisão em relação a serviços ecológicos, suas funções e inter-relações. Andrade (2010) e Barbier (2011) acrescentam que conhecer o valor dos SE se torna útil para sua efetiva gestão, o que, em alguns casos, pode incluir incentivos econômicos para sua preservação.

Quando se trata de recursos naturais, ou Serviços Ecológicos, que apresentam valores de usos diretos, ou que geram benefícios monetários, tradicionalmente a valoração ambiental se detém a valores já determinados. No entanto, para identificar os usos indiretos, são necessários métodos e estratégias para a identificação dos valores daqueles serviços que não são definidos pelo mercado. Outro importante aspecto é a identificação de valores de outras naturezas, além da monetária, destes serviços ecológicos que já apresentam valores de mercado (COSTANZA et al., 1997).

Uma vez que o conceito de SE se relaciona intrinsecamente com as funções e processos do ecossistema, existem dificuldades em se definir e diferenciar o que seriam os Serviços Ecológicos e as funções ecológicas. As funções são consideradas um subconjunto dos processos ecológicos e das estruturas ecológicas. Esse conceito é importante porque através das funções, se dá a geração dos Serviços Ecológicos, que são os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas (DE GROOT et al., 2002; DAILY,

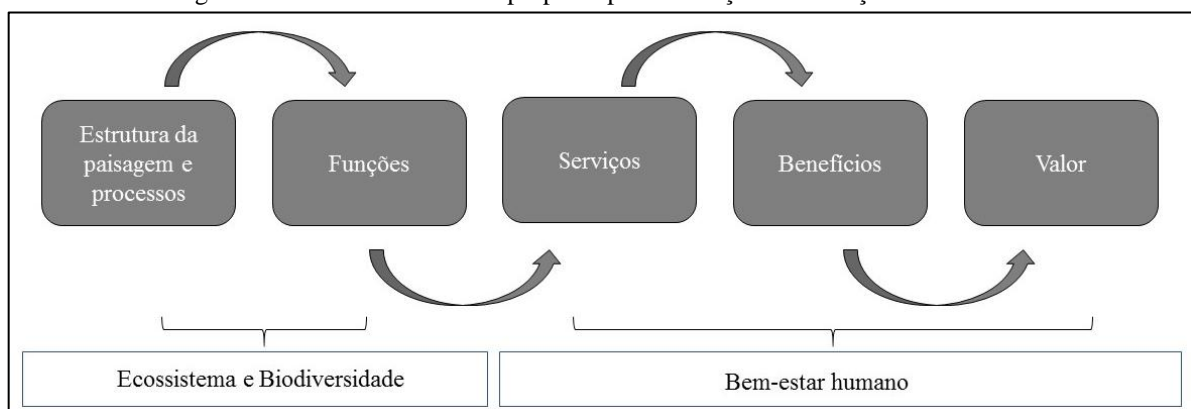
1997; COSTANZA et al., 1997). De Groot et al. (2002) acrescentam que cada função representa o resultado dos processos naturais existentes no ecossistema. No que diz respeito aos processos, estes são o resultado de interações entre os componentes bióticos e abióticos do ecossistema e os fluxos de matéria e energia.

Segundo Rabelo (2014), o termo SE é acompanhado da expressão capital natural, o que acarreta confusão conceitual. Costanza et al. (1997) afirmam que capital natural se refere ao fluxo de serviços úteis na manutenção da vida na Terra, como os estoques e fluxos da natureza que são utilizados como fonte de matéria-prima para a economia (sistemas ecológicos, depósitos minerais e outros aspectos do mundo natural).

Em sua nova avaliação sobre os SE, depois de vinte anos desde que surgiram publicações da abordagem, Costanza et al. (2017) reiteram que o termo capital natural é útil para reconectar a economia humana com suas dimensões ecológicas. Dessa forma, os Serviços Ecossistêmicos se referem à contribuição do capital natural para a produção de vários benefícios humanos.

Nos estudos sobre SE, a análise em "cascata" auxilia na descrição da relação entre as propriedades do ecossistema, as funções e processos ecossistêmicos e os benefícios gerados (DE GROOT et al., 2010; HAINES-YOUNG & POTSCHIN, 2010). Segundo Haines-Young e Potschin (2010), a estrutura em cascata interliga os ecossistemas e o bem-estar humano, na qual é feita a distinção entre funções e processos ecológicos, bem como dos serviços de ecossistema e os benefícios para o bem-estar humano (FIGURA 08).

Figura 08 – Modelo de cascata proposto para avaliação do Serviços Ecossistêmicos.



Fonte – Adaptado de Haines-Young e Potschin (2010).

Nesta proposta de cascata, Haines-Young e Potschin (2010), fazem uma relação em cadeia a partir dos ecossistemas, onde ocorrem diversos processos e componentes, os quais irão permitir a presença de funções ecossistêmicas, e a partir dessas funções, promove a existência

de serviços ecossistêmicos. A distinção entre funções, processos, serviços e benefícios é importante para evitar problemas de dupla contagem.

Costanza et al. (2017) questionam a necessidade da cascata de serviços. Os autores discutem se ocorre uma diferenciação entre serviços e benefícios dos ecossistemas, posto que os Serviços Ecossistêmicos são definidos como funções e processos dos ecossistemas que beneficiam o homem, de forma direta ou indireta, e se os humanos percebem aqueles benefícios ou não.

Os autores supracitados acrescentam que a abordagem em cascata parece seguir a economia convencional, o que limita sua definição de valor apenas para elementos que as pessoas percebem dos benefícios diretos e se estão dispostos a pagar. No entanto, esta é uma conceituação muito estreita de benefícios e valor. Além disso, os autores acrescentam que as conexões entre os processos, funções e benefícios para os seres humanos são complexas, não lineares e dinâmicas. Essas conexões complexas estão mal representadas por uma "cascata" linear, que assume ligações simples e efeitos, como mostrado na Figura 08. É necessária uma representação mais aprofundada, onde se reconheça os benefícios dos serviços e as interações que ocorre (COSTANZA et al. 2017).

Pelo exposto, conclui-se que o conceito de SE tem evoluído ao longo do tempo com diferenciação na sua forma de abordagem, tendo base o ecossistema e o uso econômico. De qualquer forma, tem-se apresentado uma variedade de sistemas de classificação disponíveis na literatura, que foram concebidas na busca de distinguir os SE existentes.

2.2.1 Classificações dos Serviços Ecossistêmicos

A identificação e classificação dos SE contribui para a compreensão das funções e produtos oriundos dos ecossistemas e de suas estruturas ecológicas. Assim sendo, a classificação vem evoluindo no decorrer dos anos, existindo na literatura várias propostas (Costanza et al. 1997; Alcamo et al. 2003; Wallace 2007; Fisher et al. 2009; de Groot et al. 2010; Haines-Young e Potschin 2011; e Vallés-Planells et al. 2014). Atualmente são amplamente aplicados os sistemas baseados nas abordagens do *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2003), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2010) e *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES, 2011).

As classificações apresentam tentativas de padronizações e de definições dos SE, onde Costanza (2008) afirma que o objetivo das classificações é de não proporcionar um único modelo, mas sim para expor um pluralismo de tipologias úteis a propósitos variados. A partir

desse contexto, as classificações apresentam algumas distinções, onde a mais marcante está relacionada à categoria de suporte (MEA, 2003). Na classificação da CICES (2011), os serviços de suporte/habitat foram retirados, pois de acordo com Potschin e Haines-Young (2011), são desnecessários por estarem relacionados com as funções e processos ecológicos (QUADRO 02).

Quadro 02 – Classificação das categorias de Serviços Ecossistêmicos.

CLASSIFICAÇÃO	FONTE			
	De Groot (2002)	MEA (2003)	TEEB (2010)	CICES (2011)
CATEGORIA	Provisão	Provisão	Provisão	Provisão
	Regulação	Regulação	Regulação	Regulação e manutenção
	Habitat	Suporte	Habitat ou Suporte	Cultural
	Informação	Cultural	Cultural	-

Fonte – Adaptado de Munk, (2015).

Para Rabelo (2014), as diferentes classificações tornaram-se instrumentos ilustrativos que contribuem para uma melhor visualização acerca dos serviços ofertados pelos ecossistemas, além de contribuir para evolução das pesquisas sobre os mesmos. Essas classificações dos SE, fizeram com que ficassem mais compreensíveis os conceitos e a importância para o bem-estar humano. Dentre as categorizações mais difundidas, destacam-se a da Avaliação do Milênio (MEA, 2005) como a mais citada.

O MEA foi um estudo científico de iniciativa da Organização das Nações Unidas com o envolvimento de pesquisadores e posteriormente adaptada e refinada pelas iniciativas seguintes TEEB e CICES. O relatório analisou o estado dos ecossistemas mundiais através das atividades humanas que sobre eles exercem pressão, pondo em risco a capacidade para sustentar as gerações futuras (ALCAMO et al. 2003).

A iniciativa MEA propõe um esquema de classificação dos SE bastante operacional, acessível e facilmente inteligível, mas sendo um dos mais generalizados. Baseia-se em quatro categorias de serviços: serviços de suporte que contribuem para a produção de outros serviços ecossistêmicos, como a ciclagem de nutrientes, formação do solo e dispersão de sementes. Os serviços de provisão, que são os produtos obtidos a partir dos ecossistemas, como alimentos, água, fibras, recursos genéticos, informação e energia. Os serviços de regulação, benefícios obtidos pela regulação de processos ecossistêmicos, como a regulação do clima, regulação

hídrica e o controle de doenças, e os serviços culturais, como amenidades e questões culturais e religiosas (MEA, 2005).

Posteriormente, surgiu a classificação *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB 2007) organizada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). Foi criada com o propósito de promover a conscientização dos órgãos públicos acerca dos benefícios econômicos provenientes dos Serviços Ecossistêmicos. A TEEB segue a definição de SE adotada pela iniciativa MEA, no entanto, faz uma distinção entre serviços e benefícios, reconhecendo que os serviços podem beneficiar o ser humano (DE GROOT et al., 2010). A abordagem TEEB propõe uma classificação semelhante à da MEA, embora substitua a categoria serviços de suporte, sendo vista como um subconjunto de processos ecológicos, por serviços de habitat, destacando a importância dos ecossistemas em prover habitat para as espécies (HAINES-YOUNG E POTSCHIN, 2011; RABELO, 2014).

A classificação *The Common International Classification of Ecosystem Service* (CICES), foi criado pela Divisão Estatística das Nações Unidas, em 2010, como parte da revisão do Sistema de Contabilidade Econômico Ambiental. Teve como objetivo contribuir para a normalização e categorização dos serviços ecossistêmicos para facilitar a troca de informações entre os diferentes ecossistemas. O modelo agrega as classificações apresentadas tanto pela MEA (2005) como pelo TEEB (2010) (HAINES-YOUNG E POTSCHIN, 2011; RABELO, 2014). Propõe uma classificação baseada em três categorias: serviços de provisão, serviços de regulação e manutenção e serviços culturais. Os serviços de suporte foram eliminados desta classificação por se entender que são parte integrante dos processos e funções dos ecossistemas (HAINES-YOUNG e POTSCHIN, 2011). Essa abordagem permite superar o problema da dupla contagem e ser aplicável em diferentes ou múltiplas escalas geográficas.

A categorização proposta pelo CICES é dividida em níveis de detalhamento (FIGURA 09). A seção, é o nível mais alto e o mais genérico desta estrutura e compreende três grupos distintos: serviços de provisão, serviços de regulação e manutenção, e serviços culturais. Posteriormente, a estrutura segue uma série composta por divisão, grupo, classe e tipo de classe. A estrutura foi proposta como uma forma de lidar com desafios que surgiram em relação a diferentes escalas e temáticas usadas em diferentes aplicações (HAINES-YOUNG e POTSCHIN, 2011). Desta forma, a CICES segue uma estrutura hierárquica como forma de permitir aos usuários selecionar o nível mais adequado para a aplicação para a pesquisa (SOUZA et al., 2016).

Figura 09 – Estrutura hierárquica da classificação CICES para Serviços Ecossistêmicos.



Fonte – Haines-Young e Potschin, (2011), adaptado por Rabelo, (2014).

Existe, uma dependência na hierarquia da estrutura da CICES, onde as características usadas para definir os serviços nos níveis inferiores são herdadas das seções, divisões e grupos. No entanto, no nível de classe e tipo de classe, o sistema foi projetado para que as pessoas possam adicionar serviços e alinhar dentro das categorias mais amplas (QUADRO 03).

Quadro 03 – Classificação da estrutura hierárquica dos Serviços Ecossistêmicos da CICES.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO
PROVISÃO	NUTRIÇÃO	Biomassa
		Água
	MATERIAS	Biomassa, Fibras
		Água
	ENERGIA	Fontes de energia à base de biomassa
		Energia Mecânica
REGULAÇÃO E MANUTENÇÃO	MEDIAÇÃO DE RESÍDUOS	Mediação pela biota
		Mediação por ecossistemas
	MEDIAÇÃO DE FLUXOS	Fluxos de massa
		Fluxos líquidos
		Fluxos atmosféricos
	MANUTENÇÃO DE PRODUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS, CONDIÇÕES BIOLÓGICAS	Manutenção do ciclo de vida, Manutenção do ciclo de vida, habitat e proteção do banco de genes
		Controle de pragas e doenças
		Formação e composição do solo
		Condições da água
		Composição da atmosfera e regulação climática
CULTURAL	INTERAÇÕES ESPIRITUAIS E SIMBÓLICAS COM O ECOSSISTEMA	Espiritual ou emblemática
		Outros
	INTERAÇÕES FÍSICAS E INTELECTUAIS COM O ECOSSISTEMA	Interações físicas e vivenciais
		Interações Intelectuais e representativas

Fonte – Adaptado de Haines-Young, Potschin (2011).

Para a definição dos níveis que compreendem a estrutura, a seção de provisão envolve todas as saídas nutricionais, materiais e energéticas dos sistemas vivos. São produtos tangíveis que são consumidos diretamente ou usado para a fabricação de outros produtos. Dentro da seção de Provisão, quatro divisões principais de serviços são definidas, Divisão Nutrição que inclui todos os resultados do ecossistema que são utilizados direta ou indiretamente para fins alimentícios, acrescentando água potável que inclui o consumo humano. Os resultados da Divisão Materiais são decorrentes de fonte biológicos ou orgânicos (biomassa) e água e podem incluir estruturas genéticas. A Divisão Energia faz uma distinção entre as fontes de energia baseadas em biomassa, onde o material orgânico é consumido (por exemplo, madeira combustível) e a energia fornecida às pessoas por animais (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2011).

Em relação à seção Regulação e Manutenção, são todas as maneiras pelas quais os organismos vivos podem mediar ou moderar o ambiente que afeta o desempenho humano. São saídas do ecossistema que não são consumidas pelo homem, mas afetam o desempenho dos indivíduos, comunidades e populações do ecossistema. Abrange três níveis de Divisão de serviços, Mediação de Resíduos que abrange a remediação dos resíduos, que surgem naturalmente ou como resultado da ação humana. A Mediação de Fluxos em sólidos, líquidos e gases que afetam o desempenho das pessoas. E a divisão da Manutenção de produtos físicos, químicos, condições biológicas, na qual os organismos vivos podem regular o ambiente físico-químico e biológico das pessoas (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2011).

Na perspectiva dos Serviços Culturais, são todos os produtos não-materiais e que afetam os estados físicos e mentais das pessoas. Os serviços culturais são considerados principalmente como configurações físicas, locais ou situações que dão origem a mudanças nos estados físicos ou mentais das pessoas e cujo caráter é fundamentalmente dependente de processos vivos, eles podem envolver espécies individuais, habitats e ecossistemas inteiros.

Dentro da Divisão de Serviços Culturais, são reconhecidas duas Divisões, Interações espirituais e simbólicas com o ecossistema que abrange as construções de "existência" e "legitimação" que podem surgir a partir das crenças ou entendimentos das pessoas. E a Divisão de Interações físicas e intelectuais com o ecossistema que são usadas para atividades físicas, como caminhadas e pesca, e interações intelectuais ou mentais envolvendo atividades analíticas, simbólicas e representativas (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2011).

Portanto, de acordo com a CICES (2010), a estrutura hierárquica é projetada para definir as questões de escala dependendo do objeto de estudo. Assim, as categorias mais agregadas de Divisões e Grupos podem ser usadas para relatar em escalas espaciais mais amplas, onde os

números de classes mais específicas são combinados. Em escalas geográficas menor, essas categorias mais amplas de serviço podem ser representadas pelas classes específicas que fazem sentido no nível local.

A identificação dos SE com base em categorias é fundamental para avançar e compreender a quantificação e a valoração, muito embora não exista uma categorização única nem uma descrição padronizada dos serviços incluídos em cada categoria. Mas cada classificação tem os seus propósitos, vantagens e desvantagens.

Marta-Pedroso et al. (2014) acrescenta que é preciso encontrar uma abordagem e um sistema de classificação que possam expressar a dinâmica ecológica dos ecossistemas. Posto que é necessário produzir conhecimento detalhado sobre os fornecimentos de benefícios e identificar as melhores opções de gestão, com base em avaliações econômicas.

2.2.2 Serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal

O manguezal é constituído como um dos ecossistemas costeiros mais importantes, pois serve como fonte de subsistência para muitas comunidades locais de humanos, e contribuem para o bem-estar humano, tanto de forma direta como indireta. Esse ecossistema é conhecido pela sua importância ecológica e socioeconômica e está incluída entre as Zonas Úmidas definidas pela Convenção de Ramsar como um recurso de grande valor econômico, cultural, científico e recreativo, cuja perda seria irreparável (RAMSAR, 1971; SCHAEFFER-NOVELLI, 1990).

Os manguezais oferecem uma vasta gama de serviços e produtos para as comunidades costeiras, agem como uma barreira natural, estabilizam o sedimento fino e assim impedem a erosão costeira. Além disso, reduzem os efeitos das tempestades e inundações, mantêm a qualidade da água e suportam uma ampla vida selvagem. Os manguezais podem ter um valor indireto através da proteção das propriedades costeiras e das atividades econômicas, como a pesca (COSTA et al., 2014; MALIK et al., 2015; VO et al., 2015).

Os manguezais também são particularmente importantes no contexto das alterações climáticas, pois controlam a mudança climática regional através da estabilização do carbono atmosférico e remove o CO₂ da atmosfera através da fotossíntese (DUNCAN et al., 2016; VO et al., 2015). Além disso, os manguezais também são capazes de acumular e armazenar grandes quantidades de carbono no solo, Vo et al. (2015) estimaram que a taxa global média de acumulação de carbono em sistemas de manguezal seja de 10,8 ton CO₂ atmosférico.ano⁻¹.

Costanza et al. (1997) estimaram um valor econômico para os bens e os serviços fornecidos à humanidade por 16 diferentes biomas da biosfera, sendo o valor médio estimado em US\$33 trilhões por ano. Os manguezais encontram-se entre os que mais fornecem bens e serviços, cerca de US\$10 mil por hectare por ano, totalizando uma quantia global superior a US\$1,6 bilhões.ano⁻¹. Outros autores como Atkinson et al. (2016) e Vo et al. (2015) afirmam que os SE dos manguezais são estimados em aproximadamente US\$ 32 bilhões anuais, o que se traduz em aproximadamente US\$ 194.000 ha⁻¹.ano⁻¹.

Dessa forma, a degradação dos manguezais que ocorre por meio de ações deliberadas e impensadas resultam na desvalorização das funções e processos dos ecossistemas. E pode ter um impacto negativo na estrutura, função e fluxo dos bens e serviços que os ecossistemas fornecem à sociedade, causando impactos significativos no bem-estar humano (ORCHARD et al., 2016; ROCHA JÚNIOR, 2011).

Toda a degradação pode comprometer a capacidade dos manguezais de fornecer SE para as gerações presentes e futuras. Desta forma, a degradação desse ecossistema causa não só modificações no meio ecológico, mas também impactos sociais e econômicos (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015). Portanto, é necessário ser enfatizada a importância da funcionalidade e integridade dos manguezais e seus serviços ecossistêmicos para a qualidade do bem-estar humano, de forma que a preservação desse ecossistema em longo prazo, seja garantida.

2.2.3 Mapeamento como instrumento para análise do SE

Os mapas são maneiras de transmitir informações aos usuários e abrangem métodos para facilitar a comunicação com o público alvo em escalas espaciais e temporais (WOOD, 2010). Por conseguinte, o mapeamento dos Serviços Ecossistêmicos vem numa crescente discussão e aplicação no meio da comunidade científica. É visto como uma importante ferramenta para a conservação, planejamento e gerenciamento dos ecossistemas. Permite analisar a configuração do espaço em múltiplos serviços ecossistêmicos em paisagens e espaços (MARTÍNEZ-HARMS E BALVANERA 2012; KANDZIORA et al. 2013).

Foram realizados vários estudos para avaliar e mapear a oferta de diferentes Serviços Ecossistêmicos, como por exemplo Egoh et al. (2008); Naidoo et al. (2008); Schuol et al. (2008); Nelson et al. (2009); Willemen et al., (2010); Bateman et al. (2011); Burkhard et al. (2012); La Notte et al. (2012); Nedkov e Burkhard (2012); Schulp et al., (2012); Crossman et al., (2013); La Notte et al., (2015), dentre tantos outros trabalhos com abordagem de mapeamento de serviços.

O mapeamento dos serviços analisa e quantifica onde e em que medida os ecossistemas contribuem para o bem-estar humano. Dessa forma, o mapeamento é útil para a conscientização sobre os bens e serviços dos ecossistemas, mostrando a dependência do homem em relação à natureza. Podem ser usados para espacializar os *trade-offs* e sinergias entre os SE, pode ajudar na identificação do fornecimento, fluxo e demanda de serviços ecossistêmicos ou entre os ecossistemas que oferecem serviços e beneficiários que são favorecidos (BURKHARD et al., 2012; MAES, et al 2016).

Maes et al. (2016) acrescentam que para entender a prestação de serviços do ecossistema em um contexto espacial, é necessário identificar os serviços que são gerados e onde eles são usados. Consequentemente, vários métodos foram desenvolvidos para mapear o fornecimento e demanda de serviços ecossistêmicos, com atenção ao mapeamento dos fluxos de serviços do ecossistema. Isso resultou em um número crescente de ferramentas e sistemas de suporte à decisão que podem ser usados para mapear os serviços.

Para realizar o mapeamento é necessário compreender diferentes aspectos de Serviços Ecossistêmicos que são importantes para a espacialização. Os serviços são gerados no contexto de diferentes aspectos que estão inter-relacionados, mas que podem ser mapeados separadamente (BURKHARD E MAES, 2017).

O mapeamento consiste em analisar de forma espacial a capacidade, demanda, pressões ecológicas e fluxo dos serviços ecossistêmicos e benefícios. Ao distinguir os indicadores de SE, podemos avaliar a capacidade biofísica atual e futura de uma área para produzir serviços, avaliar a sustentabilidade do uso de SE sob diferentes cenários de demanda, pressão e capacidade da SE, e examinar como a demanda de serviços e as pressões ecológicas influenciam na capacidade biofísica através da pressão que pode exceder limiares ecológicos (VILLAMAGNA et al., 2013; CROSSMAN et al., 2013).

A capacidade corresponde ao potencial de um ecossistema para fornecer serviços com base em propriedades biofísicas, condições sociais e ecológicas. Pode ser medido e mapeado integrando o natural e fatores antropogênicos que influenciam as propriedades ecológicas e funções que oferecem serviços independentemente de quantas pessoas usam ou beneficiar dos serviços em questão (VILLAMAGNA et al. 2013; BURKHARD et al. 2014; SCHRÖTER et al. 2014).

A demanda de serviços esta correlacionada à soma de todos os bens e serviços fornecidos pelos ecossistemas atualmente consumidos ou usados em uma área específica durante um determinado período (BURKHARD et al., 2014). As pressões ecológicas são influências biofísicas que interferem na capacidade de um ecossistema de fornecer o serviço.

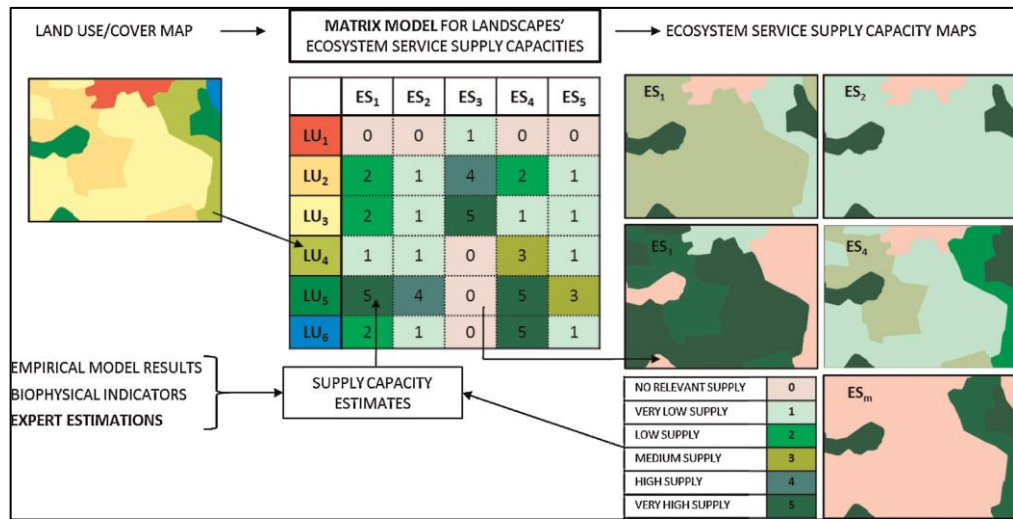
Isso ocorre devido à necessidade de prestar o serviço ou reduzir a capacidade de um ecossistema para prestar serviços. As pressões podem alterar a capacidade futura de um ecossistema para fornecer serviços (VILLAMAGNA et al. 2013).

O fluxo é definido por Burkhard et al. (2014) e Boró et al. (2016) como um conjunto de SE atualmente consumido ou usado em uma área específica durante um determinado período. O mapeamento de fluxo permite a avaliação da sustentabilidade dos serviços através de diferentes cenários com informações sobre a atual e futura capacidade biofísica de uma área para produzir SE. Já o benefício está relacionado com a captura de valor da oferta ou da procura, é o resultado econômico da venda de uma certa quantidade do serviço ou do bem-estar resultante da provisão.

Outra forma de mapear os SE é a aplicação do uso e cobertura da terra, posto que as mudanças nas unidades podem ser distinguidas através de técnicas de sensoriamento remoto. Logo, é necessária informação sobre as unidades para a avaliação dos SE e é usado como dados de entrada para mapeamento e modelagem. Esta informação é importante para a tomada de decisão e gestão dos ecossistemas. O padrão de cobertura da terra é um dos fatores mais importantes que afeta a capacidade de uma paisagem de fornecer SE. Dessa forma, os SE produzidos estão integrados nas unidades geoambientais de fornecimento de serviços. Pois a compartimentação dos ecossistemas contribui para identificar os elementos que potencializam ou limitam os serviços (BURKHARD et al. 2009; KANDZIORA et al. 2013).

Burkhard et al. (2009) criaram uma técnica que utiliza dados das unidades geoambientais e integraliza com os Serviços Ecossistêmicos, denominada de Modelo de Matriz. Esse método modela as capacidades das paisagens para fornecer serviços ecossistêmicos baseados no uso da terra ou nos dados da cobertura do solo e com estimativas de especialistas. A matriz tem a capacidade de modelar os SE apoiado no mapa das unidades geoambientais, que consiste numa matriz simples, onde os SE estão dispostos em colunas e as unidades em linhas (FIGURA 10). A partir do cruzamento dos dados é possível analisar a capacidade das unidades de fornecer os Serviços Ecossistêmicos (JACOBS et al. 2015).

Figura 10 – Esquema do modelo de matriz proposto por Burkhard et al. (2009) para mapeamento do SE.



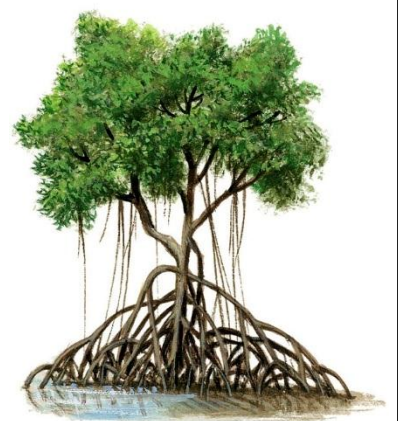
Fonte – Jacobs et al. 2015.

Para avaliar os SE de uma determinada área pode ser utilizada a técnica do mapeamento participativo que busca compreender as percepções das populações locais e contribui para melhorar o planejamento e o gerenciamento da paisagem, através das discussões entre as comunidades sobre os SE. O mapeamento participativo é uma ferramenta que representa a percepção da comunidade sobre seu território e as características significativas dentro do mesmo (PAUDYAL et al., 2015; SILVA e VERBICARO, 2016). Assim, o mapeamento é uma ferramenta útil para espacializar e quantificar os Serviços Ecossistêmicos, na qual a demanda pode ser usada para comunicação e apoiar a tomada de decisões, sendo utilizados vários métodos que pode potencializar os objetivos do mapeamento.

Com os dados do mapeamento dos SE em conjuntura com as informações dos usuários locais, é possível identificar os locais onde a maioria dos usuários costumam utilizar e extrair os serviços utilizando uma abordagem de mapeamento participativo. Na premissa de avaliar os SE que podem ajudar no planejamento e gestão da conversação do ecossistema para um melhor atendimento aos usuários através das percepções (VREESE et al., 2016).

Dessa forma, o mapeamento participativo é eficiente, possibilitando que os entrevistados identifiquem áreas e demonstrem espacialmente a sua percepção ambiental sobre os locais onde são coletados os produtos ofertados pelo ecossistema. E através dessa análise dos dados é possível compreender as potencialidades e as fragilidades de cada unidade geoambiental.

CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS



CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

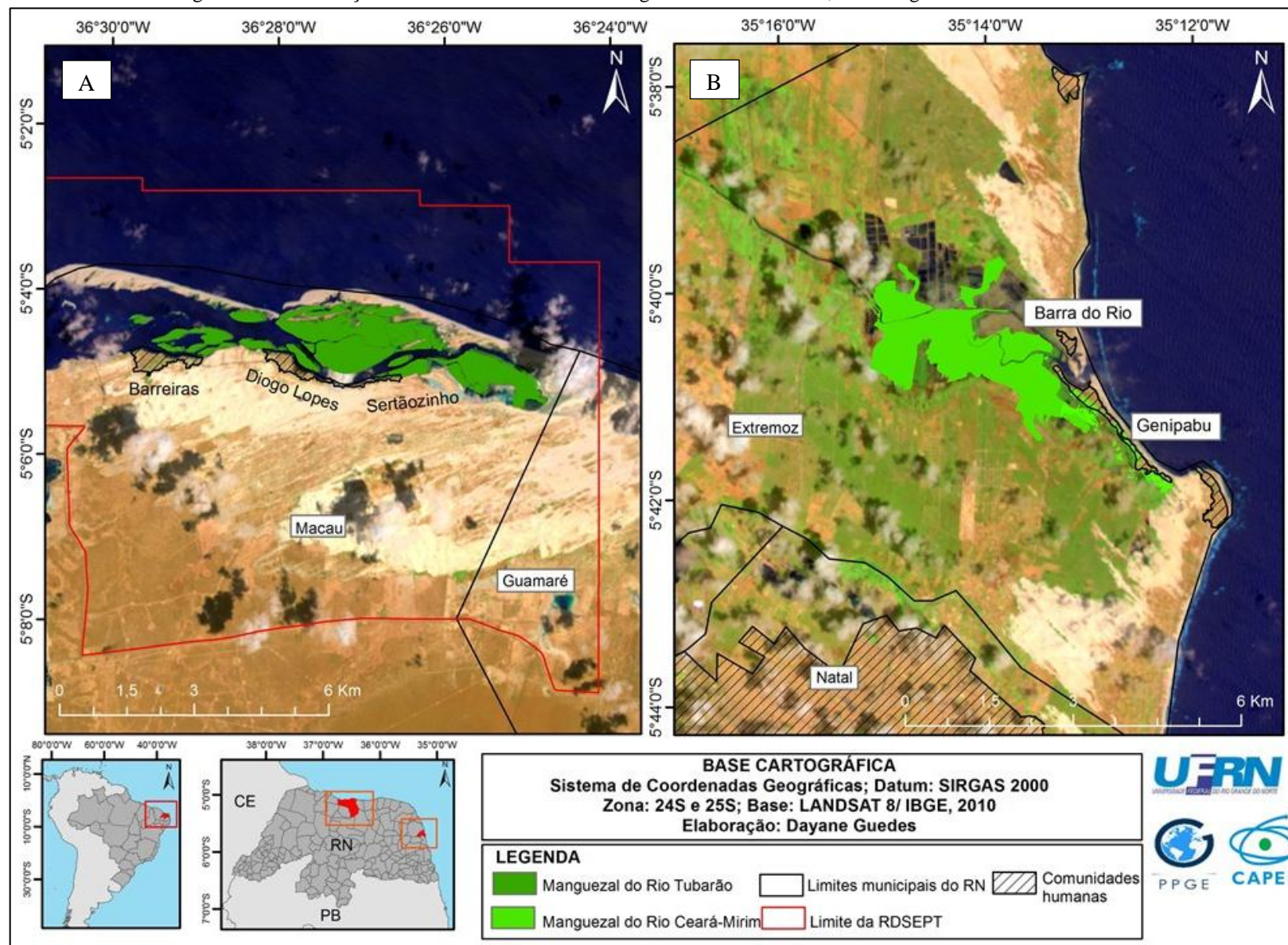
3.1. Localização das áreas de estudos

Para a pesquisa foram selecionadas duas áreas de manguezal localizadas uma no litoral setentrional e a outra no litoral oriental no estado do Rio Grande do Norte (RN) (FIGURA 11). A primeira área é o manguezal do estuário do rio Tubarão que está situada dentro da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estatual Ponta do Tubarão (RDSEPT), localiza-se entre os municípios de Macau e Guamaré, situada na mesorregião Central Potiguar e inserida na Microrregião Homogênea de Macau. Esta unidade de conservação abrange seis comunidades tradicionais que estão inseridas nos limites da Reserva, no entanto, três comunidades estão mais ligadas ao ecossistema de manguezal e são consideradas comunidades pesqueiras, são elas Diogo Lopes, Barreiras e Sertãozinho (pertencentes a Macau) (DIAS, 2007; IDEMA, 1999). A área posiciona-se geograficamente entre as coordenadas geográficas 5°4'S e 36°27'O. Esta área possui peculiaridade pois é chamada de rio Tubarão pelas comunidades, no entanto é caracterizada como um estuário de sistema lagunar.

A segunda área do estudo é o manguezal do Rio Ceará-Mirim, que está localizado no litoral oriental potiguar, que vai desde o trecho da rodovia da BR 101, próximo ao distrito de Estivas, até a sua desembocadura, na comunidade Barra do Rio e Genipabu, ambas pertencentes ao município de Extremoz. A área está localizada entre as coordenadas geográficas 5°40'S latitude Sul e 35°13'O de longitude Oeste. A bacia hidrográfica do Rio Ceará-Mirim está localizada na porção leste do estado e o seu rio principal, se desenvolve no sentido oeste-leste, com um comprimento de 120 km.

A escolha em trabalhar com as duas áreas de estudo se justifica pelas diferenças existentes entre elas, que se traduzem em seus aspectos físicos, principalmente o clima, onde o rio Tubarão está sob um clima semiárido e o rio Ceará-Mirim sob clima subúmido, conformando diferenciação no desenvolvimento do ecossistema de manguezal.

Figura 11 – Localização das áreas em estudo: A – manguezal do rio Tubarão; B – manguezal do rio Ceará-Mirim.



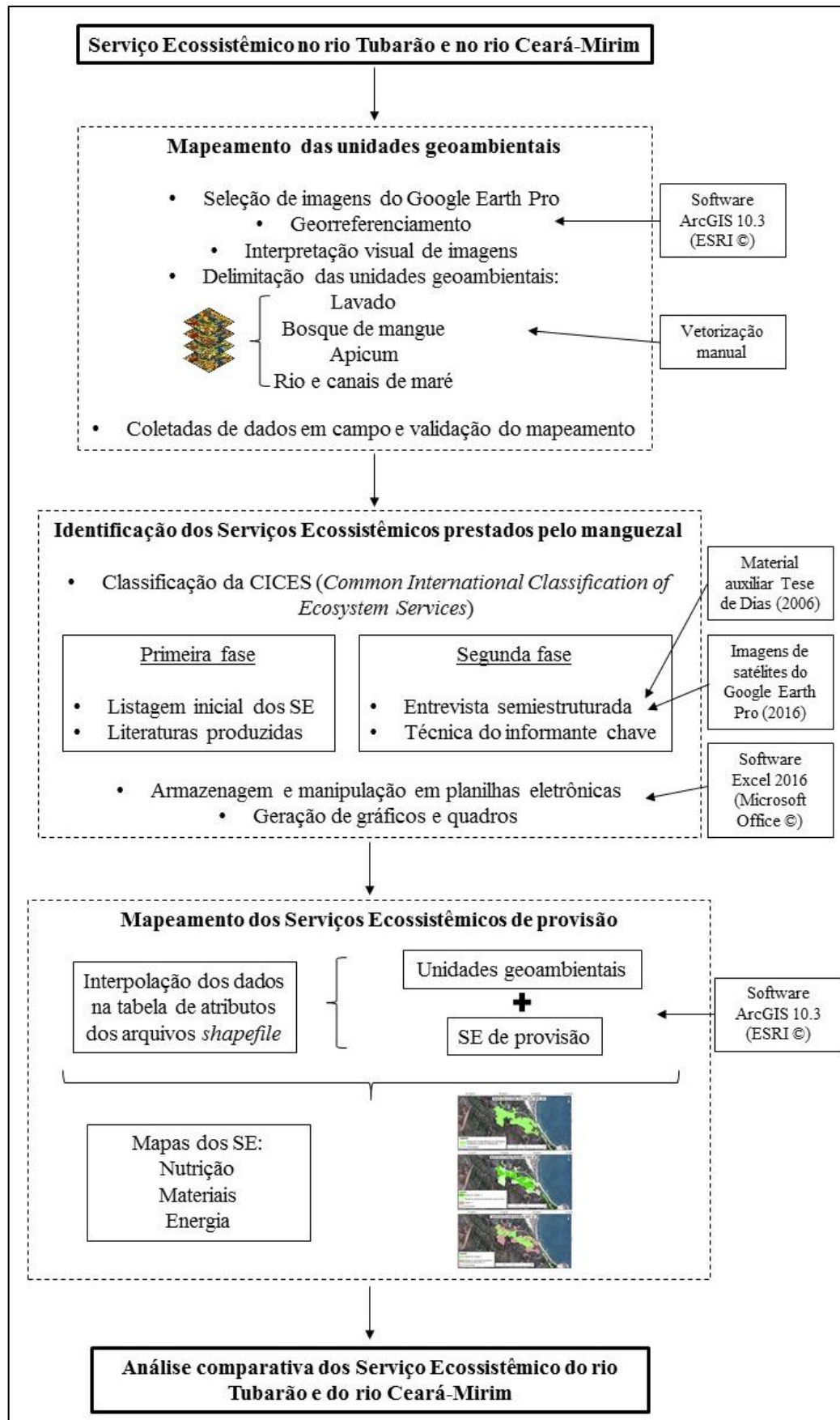
3.2. Procedimentos metodológicos

A investigação tem como base procedimentos teóricos e técnicos que colaboraram no entendimento da totalidade através das relações do meio físico e social. Posto que os estudos em Serviços Ecossistêmicos (SE) na ciência geográfica busca compreender a relação dos sistemas físicos e sistemas humanos, ambos interagindo de forma dinâmica com os ecossistemas.

Para a aplicação da abordagem dos SE, baseou nas técnicas desenvolvidas nos estudos por Burkhard et al. (2009), Owuor et al. (2017) e Macedo et al. (2017), que utilizam as unidades geoambientais e as relacionam com o fornecimento dos SE por meio de conhecimento especializado fazendo uso de entrevistas, observações em campo e em fontes bibliográficas, essas metodologias foram adaptadas para as áreas de estudo.

Nessa perspectiva, os procedimentos metodológicos que foram utilizados para alcançar os objetivos propostos estão divididos em etapas distintas: mapeamento das unidades geoambientais, identificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal, e mapeamento dos Serviços Ecossistêmicos de provisão (FIGURA 12).

Figura 12 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa.



3.2.1 Mapeamento das unidades geoambientais





O mapeamento das unidades geoambientais do manguezal das áreas em estudo visa compreender os usos e ofertas dos Serviços Ecossistêmicos. Para tanto, baseou-se na estrutura caracterizada por Schaeffer-Novelli et al., (2015), como *continuum* de feições: lavado, mangue, que foi subdividida em mangue com predominância de *Rhizophora mangle* e mangue com dominância de *Avicennia germinans*, e apicum, considerando também o rio e os canais de maré que estão associados com o manguezal. As diferentes unidades, apresentam particularidades específicas de cada ambiente e isto influenciará no resultado da oferta dos SE.

Para a identificação das feições foi aplicada a metodologia de Interpretação Visual de Imagens (FLOREZANO, 2002; NOVO, 2008; JENSEN, 2009). A análise visual é definida como o ato de examinar uma imagem com o propósito de identificar objetos e estabelecer julgamentos sobre suas propriedades. Durante o processo de interpretação, esses aspectos também são realizados durante a análise das imagens: detecção, reconhecimento, dedução, classificação, avaliação da precisão. Além disso, a interpretação visual se baseia em sete características de imagem no processo de extração de informações, tais elementos como: tonalidade/cor, textura, padrão, localização, forma, sombra e tamanho (NOVO 2008; JENSEN, 2009).

Essas características foram importantes para a diferenciação das unidades geoambientais do manguezal nas áreas em estudo. Posto que o ecossistema se torna fácil de interpretar por ser mais destacado nas imagens de satélites e apresentar padrões diferenciados ao longo do litoral (FLOREZANO, 2002).

Um dos primeiros passos para o processo de interpretação visual das imagens é a criação de chaves de interpretação, na qual visam tornar menos subjetivo o processo de extração de informação. Dessa forma, foi elaborado a chave de interpretação que serviu de subsídio para análise visual e vetorização dos polígonos para identificar as diferentes feições nas imagens selecionadas (QUADRO 04).

Quadro 04 – Chaves de interpretação das feições do manguezal.

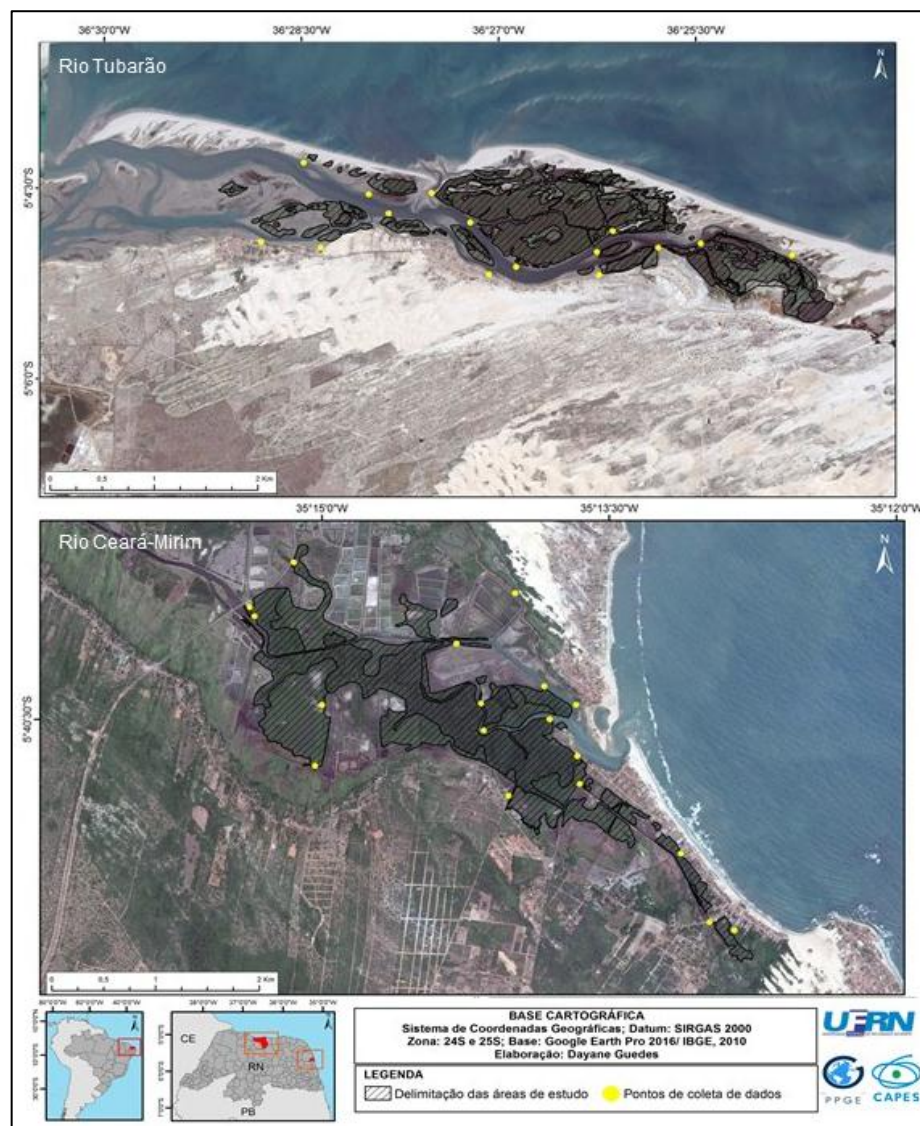
FEIÇÃO	IMAGEM	CARACTERÍSTICAS
Lavado	 <p>(Imagem da área do rio Tubarão)</p>	Visíveis durante a maré vazante, apresentam coloração variando do cinza ao branco, apresenta formas regulares, tamanho médio, sem variação de altura.
Bosque de mangue	 <p>(Imagem área do rio Tubarão)</p>	Apresenta coloração variando em tons de verde, textura rugosa por conta das copas das árvores, formas irregulares e tamanhos variados devido à presença das árvores.
Apicum	 <p>(Imagem área do rio Ceará-Mirim)</p>	Coloração variando do cinza ao branco, formas irregulares e tamanhos variando de pequenos à médios, apresenta textura rugosa, visíveis no interior no manguezal.
Canais de maré	 <p>(Imagem área do rio Ceará-Mirim)</p>	Apresenta coloração azulada e é uma zona está sempre inundada com porções mais profundas e com gradiente de salinidade. Apresenta forma regular e sem variação de altura, textura lisa.

Fonte – Adaptado de Novo (2008); Imagens cedidas pelo Google Earth (2016).

As imagens foram adquiridas no *software* Google Earth PRO do ano de 2016, para as duas áreas de estudos, onde foram selecionadas imagens com boa qualidade e com menor cobertura de nuvens. A escala utilizada para delimitação das unidades foi de 1:5.000. Utilizou-se o *software* ArcGIS 10.3 (ESRI ©) para o georreferenciamento das imagens extraídas do Google Earth PRO a partir das cenas do CBERS 4 (Macau: sensor PAN, órbita 148, ponto 102, data 07/12/2015; Extremoz: sensor PAN, órbita 147, ponto 106; data 17/04/2017, ambas, com resolução espacial de 5m), cedidas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Foi criado arquivo *shapefile* de polígono para delimitar as unidades do manguezal através da vetorização manual em tela de computador, onde toda a elaboração e *layout* final dos mapas temáticos foram realizados com auxílio do *software* ArcGIS v. 10.3 (ESRI ©), versão acadêmica. Em campo, foram coletados dados das feições para validação dos limites das unidades geoambientais com o uso de instrumentos de GPS (Sistema de Posicionamento Global) e, em cada ambiente visitado, foi aplicada uma ficha de avaliação para caracterização de cada área, baseada em Tognela e Oliveira (2014) (APÊNDICE 01) (FIGURA 13).

Figura 13 – Mapa de pontos dos lugares visitados para coleta de dados



Para auxiliar na interpretação das imagens e na caracterização das unidades geoambientais das áreas de estudo, em cada ambiente foram levantados dados acerca das espécies dominantes, assim como, a altura da vegetação, a macrofauna terrestre e aquática de interesse de provisão, ações humanas e outras informações observadas *in loco*.

3.2.2 Identificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal

Na pesquisa serão considerados os serviços de provisão que incluem os produtos e materiais obtidos a partir do ecossistema. Isso se deve pelo fato de ser o serviço que apresenta uma importância no contexto social e econômico das comunidades locais. Para a identificação dos Serviços Ecossistêmicos de provisão, foi utilizado como conceito chave, o aporte teórico da classificação CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*, 2010). Como o quadro da CICES foi desenvolvido para identificar os serviços de todos os ecossistemas (ANEXO 01), nessa pesquisa o quadro foi adaptado aos serviços identificados potencialmente nas áreas.

No primeiro momento, foi realizada a elaboração da listagem inicial dos possíveis SE de provisão associados ao manguezal consultando a literatura produzida sobre as áreas em estudo e observações locais. Em relação aos autores fundadores desta etapa da pesquisa, citamos: Diniz Filho (1999), Dias (2006), Castelanni (2007), Soares (2010), Rocha Júnior (2011), Mattos (2012), Rocha (2013), Vale (2013). Essa primeira etapa, permitiu aprofundar o conhecimento acerca das áreas de estudo sobre os produtos fornecidos pelos componentes biótico e abiótico do ecossistema à população.

Em seguida, foram realizadas entrevistas semiestruturadas em ambas as áreas de estudo, para validar a listagem inicial de serviços e incluir outros não identificados (APÊNDICE 02). Os entrevistados foram escolhidos a partir da técnica do informante chave (bola de neve) (APPOLINÁRIO, 2006), onde o entrevistado indica outra pessoa para a continuidade das entrevistas, e assim sucessivamente. A amostragem bola de neve é uma técnica de amostragem não probabilística. Este método é considerado um processo de permanente coleta de informações, que procura tirar proveito dos entrevistados identificados para fornecer ao pesquisador um conjunto cada vez maior de contatos potenciais (VINUTO, 2014).

No caso das áreas em estudo, os entrevistados foram os indivíduos que possuem contato e envolvimento ativo com o manguezal, como os pescadores, marisqueiras e catadores de caranguejo, que contribuíram com a identificação dos serviços. Foram aplicados 60 questionários, divididos em 30 aplicações para cada área de estudo, o total de entrevistas foi definido a partir de amostragem aleatória simples.

Para contribuir com as entrevistas e compreender os usos dos SE, utilizou-se como material auxiliar a tese de Dias (2006) (ANEXO 02) sobre “Os peixes, a pesca e os pescadores da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Macau-Guamaré/RN), Brasil”, pois apresenta imagens e descrições sobre a biodiversidade do manguezal e auxiliou na

identificação das espécies da fauna que são coletados pelos moradores das comunidades locais nas duas áreas em estudo. Outro material que serviu de apoio para a coleta de informações em campo, foram mapas em tamanho em A3 das áreas de estudo com as imagens de satélites do Google Earth Pro (2016), visando a identificação por parte dos entrevistados da localização espacial dos SE.

Os dados das entrevistas nas comunidades foram armazenados e manipulados em planilhas eletrônicas do *software* Excel 2016 (Microsoft Office ©), o que permitiu um maior controle e domínio do conjunto de dados para a análise e geração dos gráficos. Conforme discorrido anteriormente, foi utilizada a classificação da CICES (2010), que compreende os níveis hierárquicos (Seção, Divisão, Grupo, Classe e Tipo de classe), as quais foram acrescentadas informações a respeito das unidades geoambientais mapeadas nas áreas em estudo (Mangue, Lavado, Rio e Canais de maré e Apicum) para relacionar a compartimentação do manguezal com a identificação dos SE.

3.2.3 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão

Uma das abordagens de mapeamento tem como princípio espacializar a capacidade do ecossistema de fornecer serviços, possibilitando a análise em diferentes paisagens (MALINGA et al., 2015; SOUZA et al., 2016). A partir desta perspectiva, o mapeamento visou localizar a capacidade das diferentes paisagens em fornecer Serviços Ecossistêmicos baseados nas unidades geoambientais, buscando analisar a potencialidade de cada SE nas áreas em estudos (BURKHARD et al., 2009; SCHRÖTER et al., 2014; OWUOR et al., 2017).

Para o mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão foi utilizado como base os estudos de Burkhard et al. (2009), Owuor et al. (2017) e Macedo et al. (2017). Essa abordagem compreende a interpolação dos dados das unidades geoambientais com os Serviços Ecossistêmicos através da quantidade de serviços identificados no arquivo vetorial (formato *shapefile*) das unidades geoambientais mapeadas.

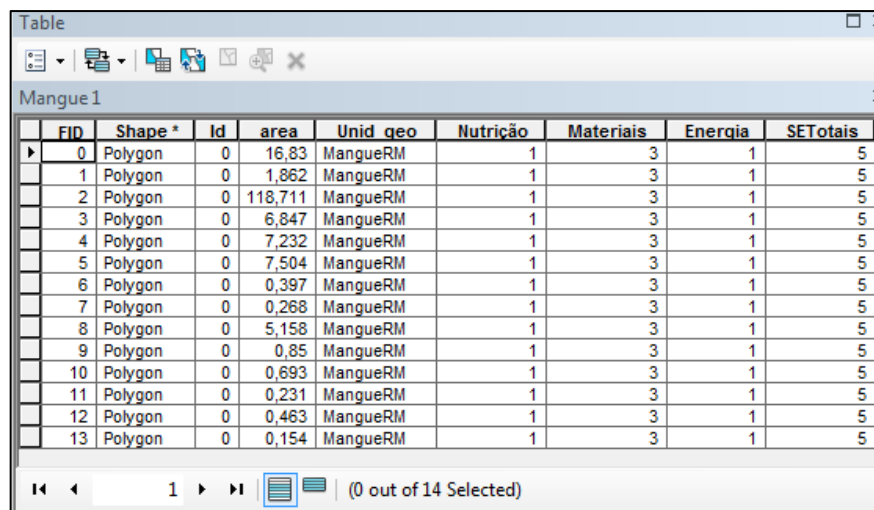
Foram utilizados como base para o mapeamento de provisão, o nível hierárquico da classificação da CICES, a Divisão, subdividida em Nutrição, Materiais e Energia, posteriormente foi elaborado o mapa de Serviços Totais, para ampla espacialização das ofertas de serviços que o ecossistema fornece.

Toda a elaboração dos mapas foi realizada em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com auxílio do *software* ArcGIS v. 10.3 (ESRI ©). Primeiramente, os dados referentes aos SE do manguezal foram organizados na planilha eletrônica do *software* Excel

2016. Foram elaboradas as tabelas de modo a associar a quantidade de serviços à unidade geoambiental a que está relacionada, de acordo com a classificação da CICES a que cada serviço pertence.

Ainda com o auxílio do ArcGIS v. 10.3, foi utilizada a base cartográfica das unidades geoambientais, onde foram adicionadas quatro colunas (referente a Nutrição, Materiais, Energia e Serviços Totais) na tabela de atributos dos arquivos vetoriais do tipo *shapefile* (FIGURA 14). Cada coluna foi preenchida com a quantidade de serviços identificados nas unidades, permitindo que fossem gerados os mapas de Serviços Ecossistêmicos através da opção no ArcGIS: Propriedade → Simbologia → Add valor → Aplicar.

Figura 14 – Representação da tabela de atributos preenchidas de acordo com das unidades geoambientais.



FID	Shape *	Id	area	Unid geo	Nutrição	Materiais	Energia	SETotais
0	Polygon	0	16,83	MangueRM	1	3	1	5
1	Polygon	0	1,862	MangueRM	1	3	1	5
2	Polygon	0	118,711	MangueRM	1	3	1	5
3	Polygon	0	6,847	MangueRM	1	3	1	5
4	Polygon	0	7,232	MangueRM	1	3	1	5
5	Polygon	0	7,504	MangueRM	1	3	1	5
6	Polygon	0	0,397	MangueRM	1	3	1	5
7	Polygon	0	0,268	MangueRM	1	3	1	5
8	Polygon	0	5,158	MangueRM	1	3	1	5
9	Polygon	0	0,85	MangueRM	1	3	1	5
10	Polygon	0	0,693	MangueRM	1	3	1	5
11	Polygon	0	0,231	MangueRM	1	3	1	5
12	Polygon	0	0,463	MangueRM	1	3	1	5
13	Polygon	0	0,154	MangueRM	1	3	1	5

Fonte – Elaborado por Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2018.

O esquema de cores utilizado nos mapeamentos foi baseado no modelo de matriz proposto por Burkhard et al. (2009), que relacionou as cores com a capacidade de fornecer SE. Parte da realização da contagem de quantos serviços são provenientes de cada unidade geoambiental, dessa forma, o valor total corresponde a capacidade de fornecimento de SE nas diferentes unidades. As cores seguem uma hierarquia representadas no Quadro 05.

Quadro 05 – Esquema de cores utilizado para o mapeamento dos SE.

Nenhuma capacidade (0)
Baixa capacidade (1)
Capacidade relevante (2)
Média capacidade (3)
Alta capacidade (4)
Capacidade muito alta (5)

Fonte – Adaptado por Burkhard et al. (2009).

A cor rosa compreende nenhuma capacidade relevante da unidade de fornecer SE. Ao apresentar apenas um serviço, a área se manifesta como verde bem claro que significa baixa capacidade. A cor verde clara, está relacionado à uma capacidade relevante de SE com total de dois, já quando a unidade apresenta três SE é utilizado a tonalidade verde/amarelado que tem uma capacidade média. A alta capacidade de geração de SE é representado pelo total de quatro SE, utilizando a cor verde escura. Quando compreende o total de cinco SE é um verde mais escuro, significa que a unidade tem uma capacidade de fornecimento de SE muito alta. Foram gerados os mapas do tipo polígono, com a abrangência dos serviços, onde toda a elaboração e *layout* final dos mapas temáticos foram realizadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com auxílio do ArcGIS v. 10.3.

A comparação entre as áreas de estudo se deu a partir das semelhanças e diferenças que apresentam nos dois manguezais, que estão situados em estuários que apresentam condições físicas diferentes no estado RN. Com base nas características e peculiaridades de ambos as áreas, foram feitas comparações qualitativas baseadas na ausência ou presença de características, na qual possibilitou compreender a dinâmica dos Serviços Ecossistêmicos em cada área estudada.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO



Fonte – Giglioli. E. (2004)

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Unidades geoambientais

4.1.1 Caracterização e interação das unidades geoambientais do rio Tubarão

O rio Tubarão é representado por um conjunto de sistemas geoambientais, a saber: lavado, mangue (bosque de mangue), apicum, o rio e os canais de maré. Observa-se que as unidades geoambientais do manguezal presente no rio Tubarão são cinco, sendo as classes de mangue e o lavado as mais extensas (TABELA 01 e FIGURA 15). Com base nos dados obtidos com o mapeamento, constatou-se que o manguezal do sistema estuarino do RT possui uma área total de 1.552 hectares (ha), abrangendo três comunidades, Diogo Lopes, Sertãozinho e Barreiras que dependem de forma direta e indireta dos SE que o ecossistema fornece.

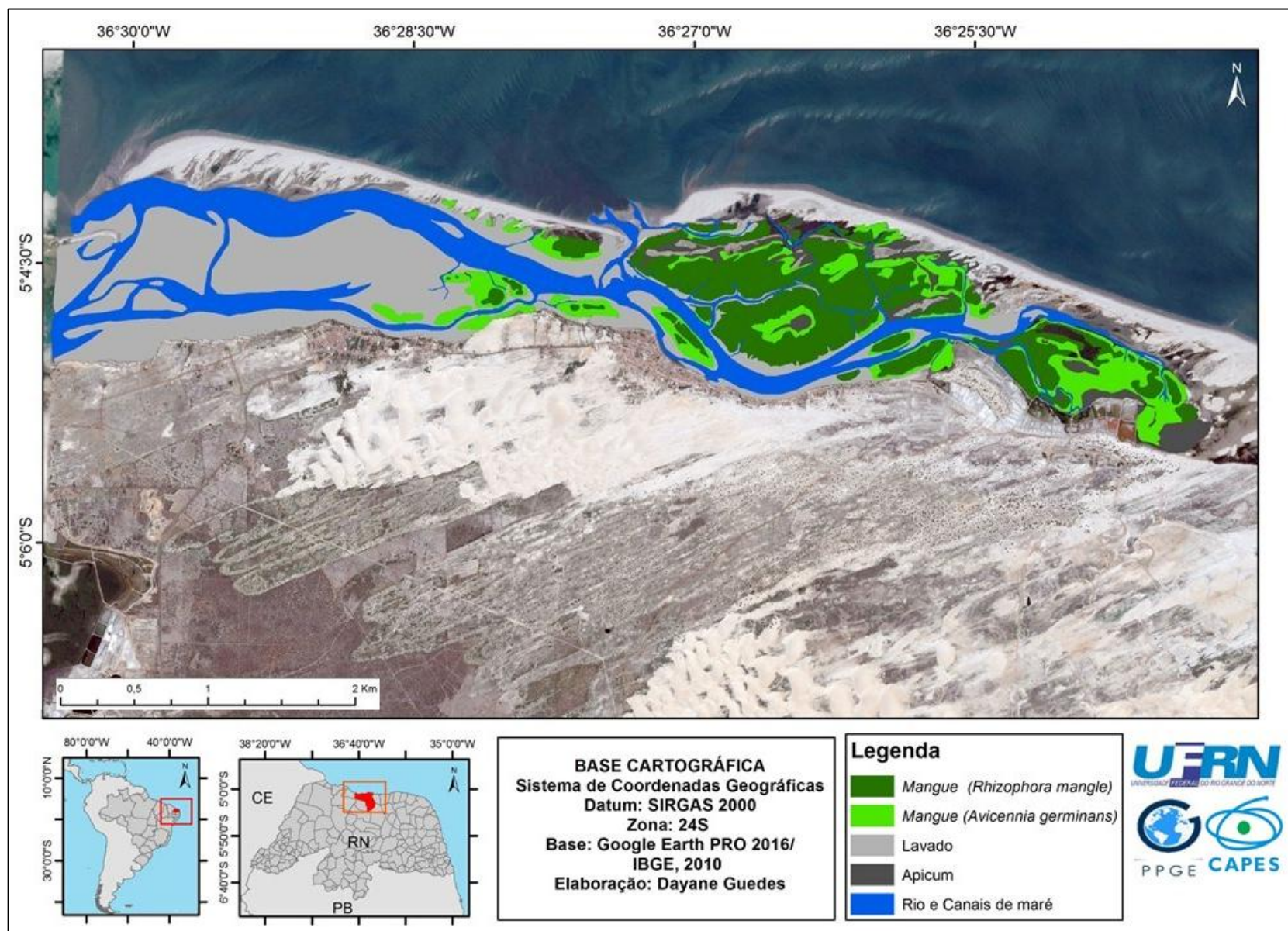
Tabela 01 – Síntese da extensão da área das unidades geoambientais do manguezal do rio Tubarão (RT).

UNIDADES GEOAMBIENTAIS	ÁREA (ha)
Mangue (<i>Rhizophora mangle</i>)	320 ha
Mangue (<i>Avicennia germinans</i>)	251 ha
Lavado	514 ha
Rio e canais de maré	404 ha
Apicum	63 ha
TOTAL	1.552 ha

Fonte – Elaborado por Dayane Raquel da Cruz Guedes.

A feição Lavado é a unidade com maior expressão no sistema estuarino do rio Tubarão, apresenta área total de 514 hectares. De acordo com o mapeamento, o rio e os canais de maré constituem a unidade que apresenta segunda maior extensão com 404 hectares. A feição mangue foi subdividida em mangue (*Rhizophora mangle*) que apresenta uma área de 320 ha e o mangue (*Avicennia germinans*) que compreende uma área de 251 ha. O apicum é representado com 63 ha de toda a área equivalente ao ecossistema de manguezal do rio Tubarão.

Figura 15 – Mapa das unidades geoambientais do rio Tubarão



Com base na chave de interpretação identificou-se que a unidade mangue apresentou uma coloração variando em tons de verde, forma irregular com textura mais rugosa devido às copas das árvores e variação de tamanho e altura. Em campo, é perceptível a presença das espécies predominantes em cada ilha, sendo o tom mais claro representativo da espécie *A. germinans* e os tons mais escuros de verde a *R. mangle* (FIGURA 16). A *Laguncularia racemosa* foi a espécie menos visível, pois só ocorre com presença de indivíduos esporádicos nas bordas, sem formar agrupamentos significativos que possam apresentar resposta espectral para técnica utilizada na pesquisa.

Figura 16 – Variação dos tons de verde na feição mangue do RT



Fonte – Moura, 2007

O rio e os canais de maré apresentaram forma regular e textura lisa. São importantes áreas de refúgio e alimentação para os peixes e são fontes de nutrientes para o equilíbrio do ecossistema. Essa unidade apresenta um canal principal sem nascente de água doce e os canais de maré (gamboas) que mantém o fluxo das correntes. O lavado que está topograficamente abaixo da unidade mangue, sujeito a maior frequência de inundação e desprovido de vegetação foi perceptível durante a maré baixa apresentando coloração acinzentada (FIGURA 17).

Figura 17 – Feição lavado do manguezal rio Tubarão



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

As áreas de apicum apresentaram coloração variando do cinza ao branco e foram visualizadas no interior da unidade mangue. Estão relacionadas com a existência de terrenos mais elevados que o seu entorno e deposição de areias finas durante a preamar, na qual ocasiona a cristalização de sais através da evaporação, tornando essa área hipersalina (FIGURA 18).

Figura 18 – Feição apicum no interior dos bosques de mangue



Fonte – Moura, 2007

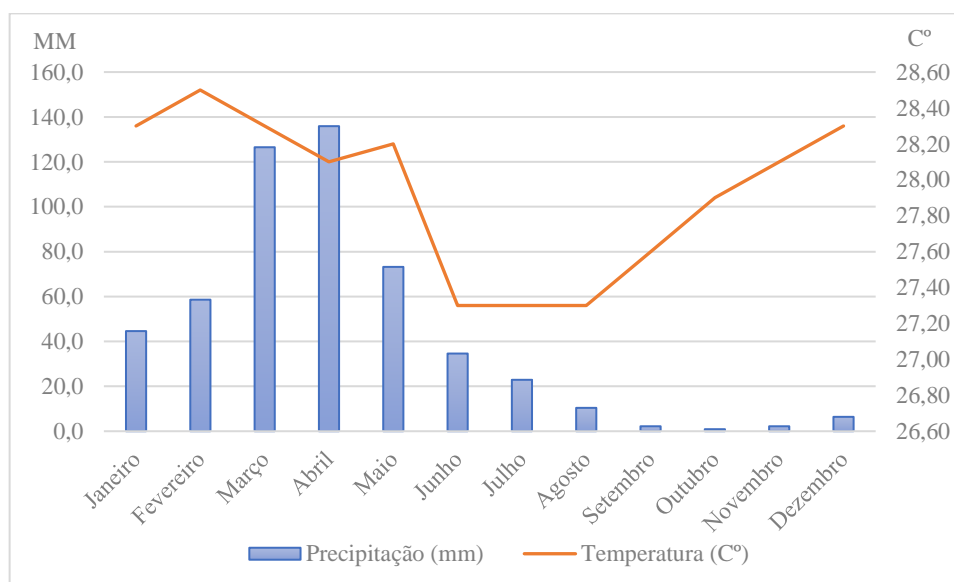
Para o bom funcionamento do ecossistema, é necessário compreender os elementos naturais que juntamente com as trocas de fluxo e energia, sustentam a dinâmica do ecossistema (CHRISTOFOLETTI, 1999). Dessa forma é imprescindível a interação dos elementos que

compõem na natureza como, clima, geologia, geomorfologia, solo, flora e fauna e as atividades humanas, que influenciam diretamente no sistema.

A região do rio Tubarão é caracterizada por alta incidência solar, considerada uma das mais elevadas do Brasil, medidas na Estação Meteorológica de Macau-RN, entre os anos de 1981 a 2010. Apresenta regime térmico com temperaturas elevadas e pequenas variações anuais, que estão relacionadas aos aspectos geográficos locais como a baixa latitude, a baixa altitude e a influência de massas de água oceânica (SOUTO, 2004; CHAVES, 2006, DANTAS, 2012).

O clima da região do rio Tubarão é caracterizado como semiárido, do tipo BSh, segundo a classificação climática de Köppen (ALVAREZ et al., 2013). Apresenta, de modo geral, altas temperaturas e chuvas mal distribuídas, sendo definido por duas estações, uma estação seca com período mais longo (agosto-dezembro) e uma estação de “inverno” com período curto nos meses de janeiro a abril, com precipitação pluviométrica média de 507,2 mm (GRÁFICO 01). A temperatura nessa área é elevada, com média anual de 25° C, chegando a ultrapassar os 40 °C no mês de novembro (período da estação seca).

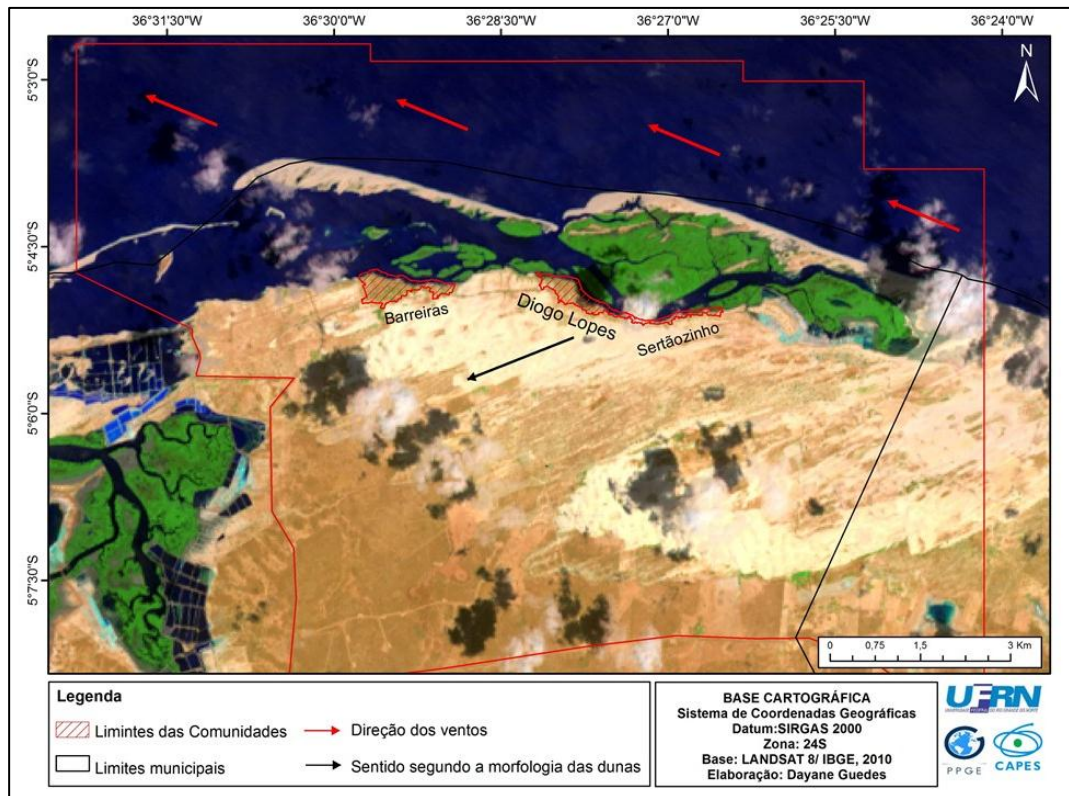
Gráfico 01 – Climograma do município de Macau – RN (1981-2010).



Fonte – Dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

De acordo com as Normais Climatológicas do Brasil (1981-2010), os ventos sopram predominantemente na direção E–SE, controlados pelas oscilações da Zona de Convergência Intertropical, com velocidades de 6 a 7 m.s⁻¹, entre agosto e novembro, e mínima de 4 m.s⁻¹, em abril (INMET, 2009) (FIGURA 19).

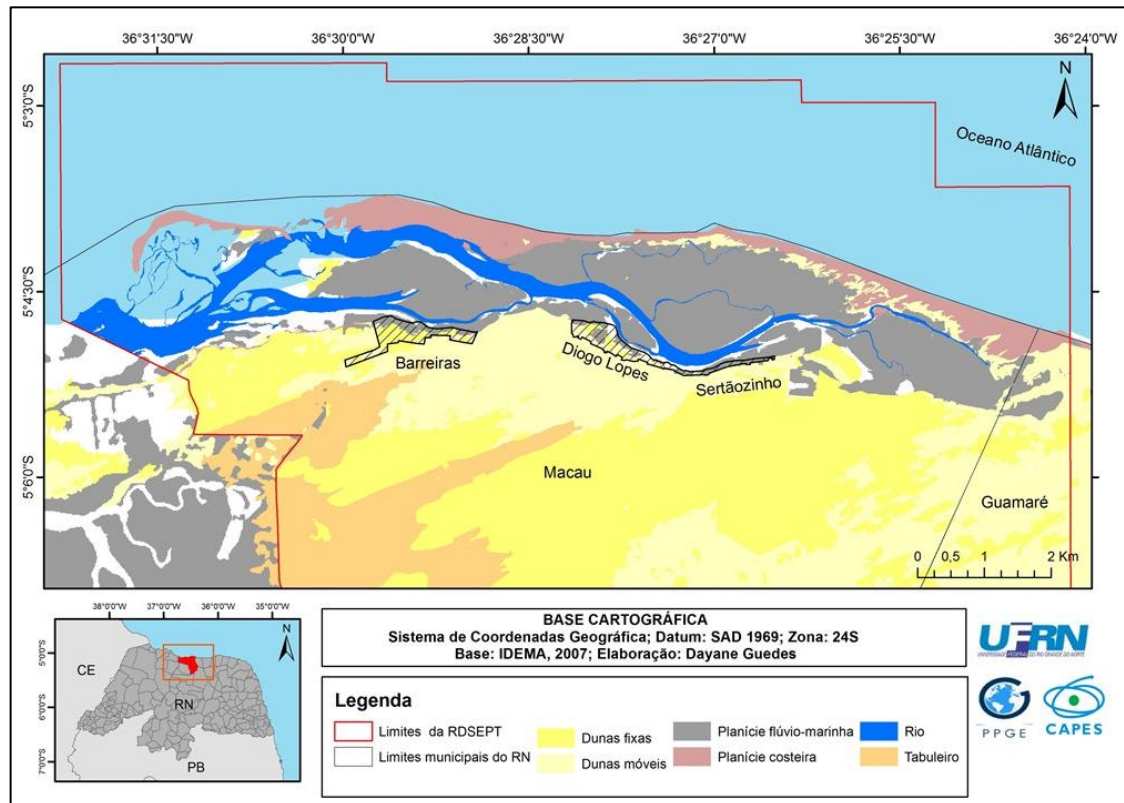
Figura 19 – Representação da direção dos ventos predominantes do Rio Tubarão



Fonte – Dados anemométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – 1961-1990)

Geologicamente, a RDSEPT situa-se no contexto da Bacia Potiguar, com depósitos sedimentares do Grupo Barreiras adjacentes e os sedimentos do Quaternário constituído por depósitos de Planície de Maré que estão localizados em áreas protegidas pelos *spits* arenosos. No tocante à geomorfologia, é uma área de estuário que se encontra na Planície Flúvio-marinha (FIGURA 20) formada por uma área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas devido ao movimento das marés e constituída por depósitos de sedimentos finos de composição areno-argilosa (ALMEIDA et al., 1977; ROSSETI, 2008; COSTA, 2010).

Figura 20 – Mapa geomorfológico da área de estudo do rio Tubarão.



Fonte – IDEMA (2007)

No aspecto pedológico a área em estudo compreende Solos Indiscriminados de Manguê, que na nova classificação passou a ser considerado como GLEISSOLO TIOMÓRFICO (EMBRAPA, 2006). São solos localizados nas áreas alagadas sob influência da maré (zona de intermaré) e caracterizados por apresentarem aspecto lamoso, escuro e com alto teor de sais provenientes da água do mar, são solos muito pouco desenvolvidos. Na adjacência, na área de apicum são encontrados solos caracterizados como Gleissolo Sálico, que são terrenos hipersalinos formados por sedimentos siliciclásticos, decorrentes da deposição de areais finas por ocasião da preamar. (FIGURA 21).

Figura 21 – Área de transição entre a área de solo argiloso e arenosa



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

O sistema lagunar não possui uma nascente de água doce, no entanto a água doce que alimenta o manguezal provém do lençol freático das dunas adjacentes e das chuvas, fazendo com que a salinidade da água seja muito variável, ficando normalmente entre 39 e 50 g.L⁻¹ (DIAS, 2006). É uma área com gradiente de declividade quase nulo e a zona da costa é classificada pelo regime de marés como mesomaré e tem influência constante do regime semidiurno de maré, apresentando amplitudes máximas em torno de 2,8 m (COSTA, 2010). Dessa forma, no período de maré baixa (FIGURA 22 – A), os bancos de areia e lama ficam expostos e em alguns pontos, apenas as gamboas permanecem alagadas, ocasionando a exposição da feição lavado. No entanto, no período de maré enchente, o sistema estuarino é atingido pelas águas do mar de maré cheia (FIGURA 22 – B).

Figura 22 – Variação da maré: A: Maré baixa, com a feição de lavado exposta; B: Maré cheia.





Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

No rio Tubarão o porte da vegetação situa-se entre 3 e 6m de altura. A flora é composta basicamente pela *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) (FIGURA 23), *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e *Avicennia germinans* (mangue preto). Os manguezais geralmente se situam nos pontos da costa onde a água das marés chega com menos energia, depositando as partículas finas que trazem em suspensão e formando o substrato necessário ao seu desenvolvimento (DIAS et al., 2007; ROCHA JÚNIOR, 2011).

Figura 23 – Espécie vegetal de *Rhizophora mangle* no RT

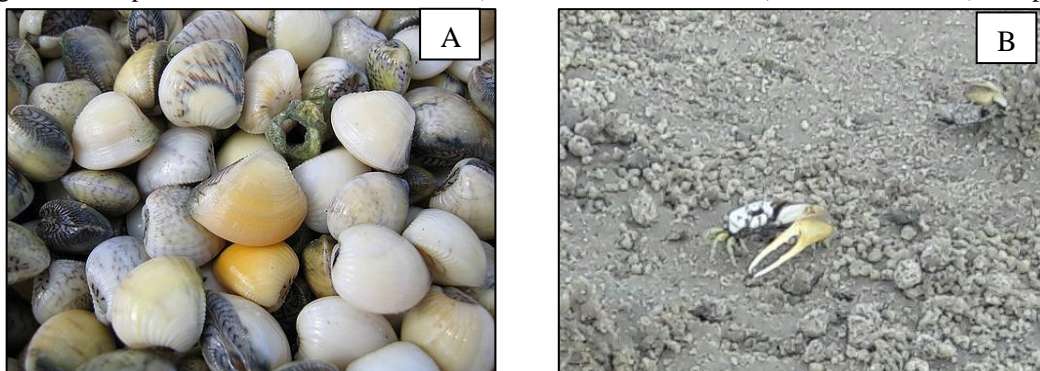


Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Os manguezais, em geral, abrigam grande variedade de fauna, para o rio Tubarão, Mattos et al., (2012) e Queiroz e Dias (2014) afirmam que são encontrados na feição de lavado moluscos como o búzio ou marisco (*Anomalocardia brasiliiana*) (FIGURA 24 – A), búzio

grande (*Lucina pectinata*), sururu (*Mytella guyanensis*) e a ostra (*Crassostrea* sp.). Na região, segundo os autores supracitados, o molusco bivalve *A. brasiliana* é amplamente comercializado, os demais são pouco comercializados e capturados para consumo próprio. Dentre os crustáceos, destacam-se o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), o guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), o siri azul (*Callinectes danae*), o siri-lodo (*Callinectes* sp.), o camarão (Penaeidae), o aratu (*Goniopsis cruentata*) e o chama-maré (*Uca* spp.) (FIGURA 24 – B), estes encontrados nos boques de mangue. Já com relação aos peixes Dias et al. (2007) e Rocha Jr. (2011) citam a tainha, samungueira (*Mugil* spp.), dentão (*Lutjanus jocu*), pacamão (*Amphichthys criptocentrus*), muriongo (*Myrichthys ocellatus*) e anequim (*Thalassophryne nattereri*).

Figura 24 – Espécies animais no RT: A: búzio (*Anomalocardia brasiliana*); B: chama-maré (*Uca* spp.).



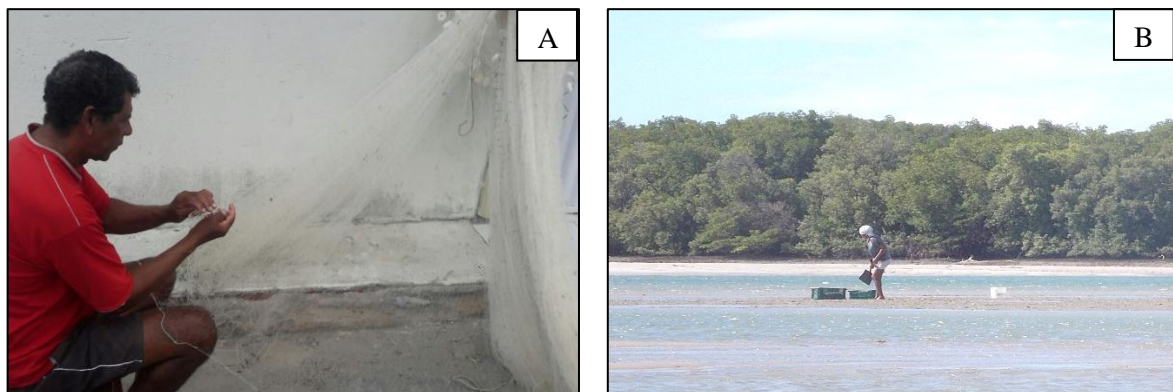
Fonte – A – Dias (2004); B – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Em se tratando das atividades humanas no Rio Tubarão, é registrado a presença de comunidades (Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho) que cresceram de forma espontânea e linear nas suas margens. Historicamente as comunidades de Barreiras e Diogo Lopes cresceram em função do pescado, pela fartura oferecida pelo estuário e o exploraram de maneira sustentável, apesar da captura predatória da lagosta e do caranguejo, antes mais abundante (MAMERI, 2011).

Dessa forma, a principal forma de subsistência para as comunidades litorâneas é a pesca tradicional, sendo os distritos de Diogo Lopes, Barreiras e Sertãozinho, importantes áreas de produção pesqueira do município de Macau. A pesca realizada no manguezal, além de ser uma fonte de renda para as comunidades, é também uma fonte de alimento disponível e acessível para os pescadores e moradores em geral. Na pesca são utilizados técnicas e apetrechos como a tarrafa, a tainheira (FIGURA 25 – A), o arrastão entre outros (OLIVEIRA et al., 2016). A mariscagem (FIGURA 25 – B) é realizada preferencialmente por mulheres, apesar de alguns pescadores já participarem da atividade, e possui três fins: constitui-se na principal fonte de

renda familiar, é fonte complementar da renda e em alguns casos é apenas fonte de alimento (ROCHA et al., 2010).

Figura 25 – Atividades tradicionais da RDSEPT: A: Confecção do apetrecho de pesca tainheira; B: Mariscagem.



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Cerca de 30% dos moradores da RDSEPT são pescadores e marisqueiras e as outras ocupações mais significativas em termos quantitativos estão relacionadas a atividades do lar, aposentados, comerciantes e funcionários públicos das áreas da saúde e educação estaduais e (ou) municipais, ocupando cargos nas escolas e postos de saúde, como vigilantes, professores, zeladores, merendeiras, garis, enfermeiras e agentes de saúde (IDEMA, 2008).

O setor terciário é representado pelas atividades relacionadas a comércio e prestação de serviços, sendo que a mais representativa, com 30 empreendimentos, dos 89 levantados pelo IDEMA, de gêneros alimentícios. De um total de 749 famílias pesquisadas pelo órgão ambiental, 419 apresentaram uma renda inferior a um salário mínimo, 240 de 1 a 2 salários mínimos, 65 apresentaram uma renda entre 2 a 5 salários e apenas 25 com mais de 5 salários mínimos (MAMERI, 2011).

Segundo o relatório do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA (2008), constatou-se que em Diogo Lopes e Sertãozinho os terrenos das famílias foram adquiridos em sua maioria via posse, como presente de políticos, herança de família, doação de familiares, empréstimo e aluguel. Os terrenos com escritura em cartório são poucos e na sua maioria são vendas de terceiros que adquiriram a área por meio de posse ou ocupação, residindo na área há mais de 10 anos. Já em Barreiras a maioria das terras pertence aos donos das salinas, não tendo sido ocupadas, mas cedidas.

Após a caracterização dos elementos existentes no manguezal do Rio Tubarão, buscou-se o entendimento das interações dentro dos sistemas junto com as atividades antrópicas como forma de compreender a dinâmica do mesmo. Como ponto de partida para a análise da

interação, observa-se que, ao clima estão adaptados a vegetação e os processos de formação do relevo.

Correlacionando o clima semiárido, que propicia longos períodos de seca durante o ano, com a ausência do sistema fluvial, o sistema estuarino RT possui o aumento da salinidade que permite o avanço da cunha salina ao longo do canal do rio. Tais condições refletem na ocorrência de volumes menores de precipitação e altas taxas de evapotranspiração, caracterizando os estuários como negativos. Dessa forma, o alto teor de sais serve como um fator limitante para o desenvolvimento da vegetação de porte mais arbóreo.

A partir da influência da salinidade, a área apresenta uma zonação na distribuição da vegetação de mangue com predominância de duas espécies *R. mangle* e *A. germinans*. A espécie *L. racemosa* ocorre com menor frequência e é encontrada em terrenos mais altos, associados a formações arenosas. Nas margens do estuário ocorre a predominância da *R. mangle*, pois suporta ambientes com substrato inconsolidados e com menos teor de salinidade. À medida que adentra no mangue ocorre a presença da *A. germinans*, que está frequentemente em áreas com salinidade um pouco mais elevada.

Vale salientar que os processos que atuam na configuração do relevo são principalmente de origem flúvio-marinha. Trata-se de um relevo plano que favorece a mistura entre as águas doce e salgada, decorrente das cotas altimétricas mais baixas. Esse fator, contribui para a deposição de sedimentos areno-argilosos finos. São áreas que sofrem inundações periódicas, nas quais a oscilação da maré semidiurna provoca acúmulo de sedimentos influenciando na distribuição das espécies ao longo do ecossistema.

A maré cheia é a principal via de entrada de nutrientes no sistema, que permite a sobrevivência de espécies animais e vegetais que são adaptadas para sobreviver em condições adversas. Com o aumento do nível do mar, no período das marés de sizígia, nas áreas de apicum (que estão em locais topograficamente mais elevados que o seu entorno), ocorre a entrada de sedimentos e, posteriormente, a cristalização de sais através da evaporação. Essa hipersalinidade no solo impede o desenvolvimento de espécies vegetais de grande porte.

As unidades mangue, lavado e o rio e os canais de maré são ambientes favoráveis para o desenvolvimento das espécies animais e vegetais, são áreas resultantes de prestação de serviços ecossistêmicos para o benefício das comunidades. Sendo perceptível a relação que existe entre a interação entre os elementos do manguezal e a dinâmica de oferta dos serviços ecossistêmicos.

4.1.2 Caracterização e interação das unidades geoambientais do rio Ceará-Mirim

A partir do mapeamento resultante da técnica de interpretação visual, observou-se as características dos aspectos físicos do rio Ceará-Mirim que foram de extrema importância para definir as unidades geoambientais da área, que assim como no Rio Tubarão, foram caracterizadas as cinco unidades geoambientais: mangue (*Avicennia germinans*), mangue (*Rhizophora mangle*), lavado, apicum, o rio e os canais de maré (FIGURA 26).

A partir do mapeamento, o manguezal do rio Ceará-Mirim compreende uma área total de 407 hectares (TABELA 02), na qual o manguezal vai desde o trecho da rodovia da BR 101 e inclui duas comunidades na sua foz, Barra do Rio e Genipabu, ambas pertencentes ao município de Extremoz.

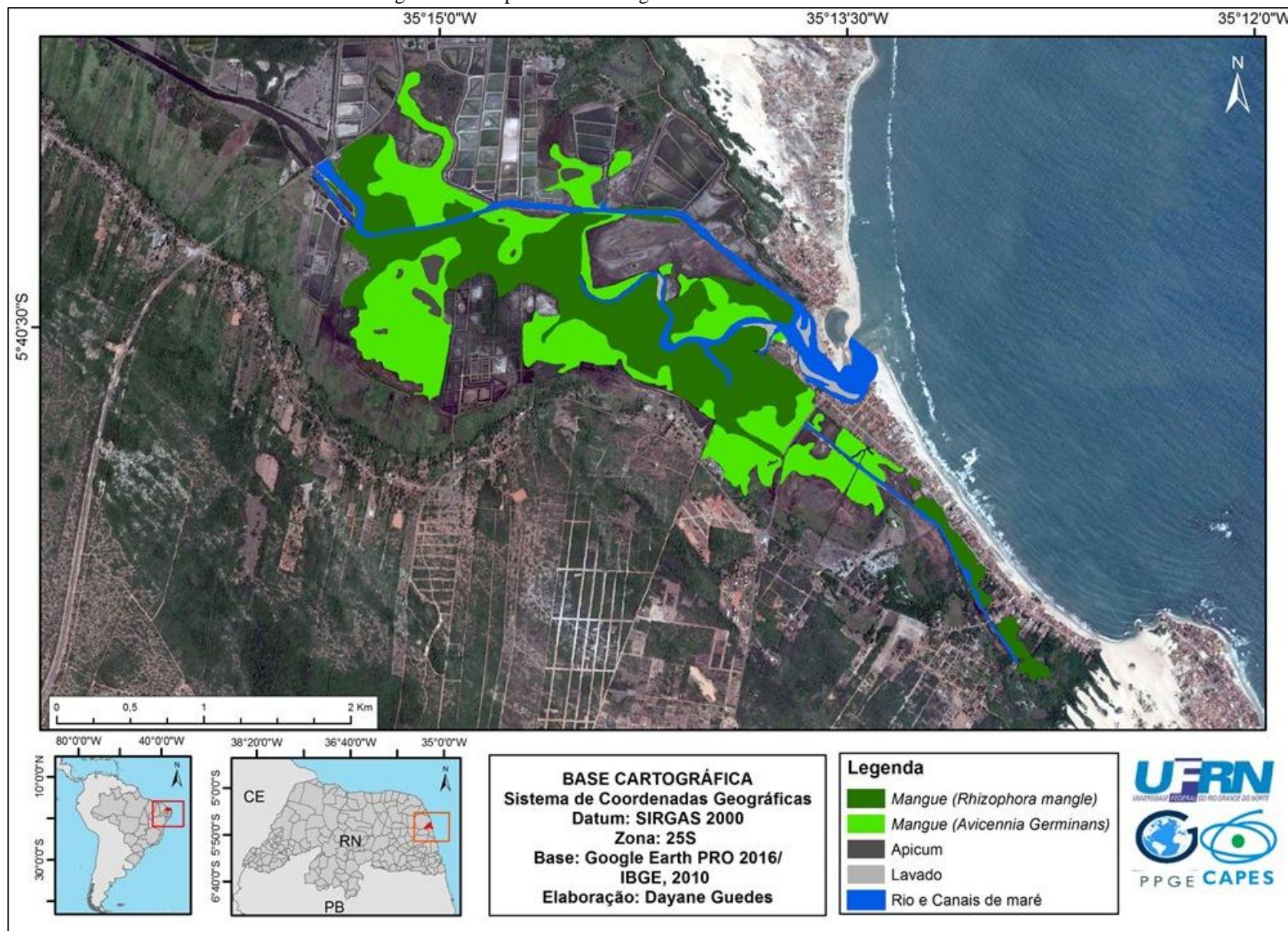
Tabela 02 – Síntese da extensão da área das unidades geoambientais do manguezal do rio Ceará-Mirim (RCM).

UNIDADES GEOAMBIENTAIS	ÁREA (ha)
Mangue (<i>Avicennia germinans</i>)	192 ha
Mangue (<i>Rhizophora mangle</i>)	167 ha
Rio e canais de maré	38 ha
Apicum	06 ha
Lavado	04 ha
TOTAL	407 ha

Fonte – Elaborado por Dayane Raquel da Cruz Guedes.

O mangue tem a maior área com predominância de 359 ha, onde o mangue que apresenta predominância da espécie de *Avicennia germinans*, apresenta um total de 192 ha e o mangue que tem dominância da *Rhizophora mangle* contempla área de 167 ha. O rio e os canais de maré estão dispostos com 38 ha, a unidade apicum apresenta 06 ha e posteriormente a unidade lavado compreende apenas 04 ha.

Figura 26 – Mapa das unidades geoambientais do rio Ceará-Mirim.



Toda a área da unidade de mangue identificada na foz do rio Ceará-Mirim apresentou uma coloração variando em tons de verde, com textura mais rugosa devido as copas das arvores e variação de tamanho e altura. Em campo, é perceptível a variação da altura dos bosques de vegetação, que se apresenta em diferentes estados de desenvolvimento devido ao projeto de recuperação da área através do replantio de propágulos (FIGURA 27). O mesmo fato que ocorre no rio Tubarão acontece no manguezal do rio Ceará-Mirim, pois a espécie da *L. racemosa* é encontrada esporadicamente nas bordas, sendo menos frequente que as demais espécies, não originando grupos que pudessem ser identificados nas imagens, inviabilizando o mapeamento dessa espécie.

Figura 27 – Diferentes níveis de desenvolvimento do mangue no Rio Ceará-Mirim

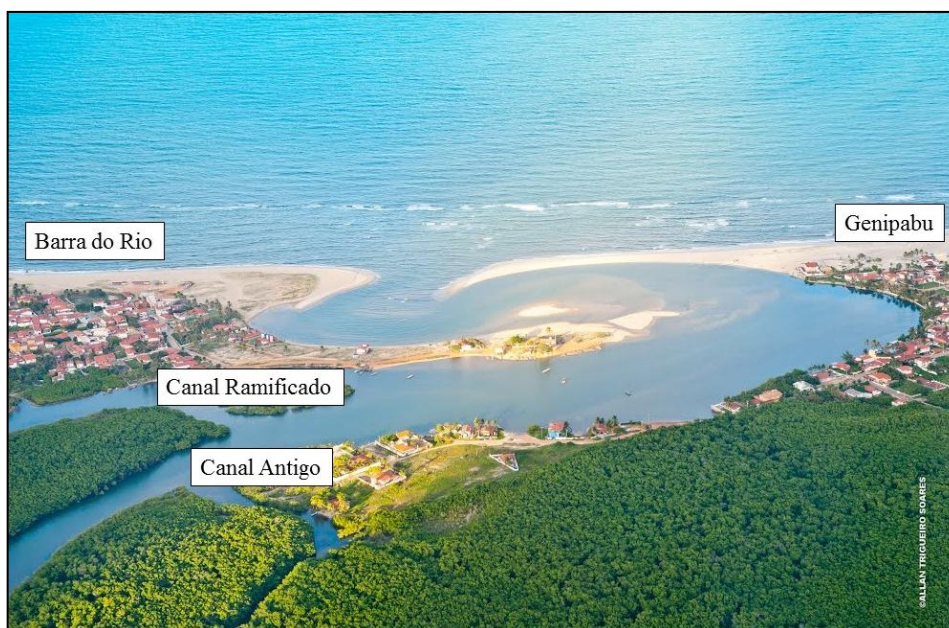


Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Ainda sobre o mapeamento da unidade mangue, foram delimitadas duas subunidades que apresentaram diferentes aspectos nas imagens, que foi perceptível pelas mudanças no tom de verde. Isso se deve, pela zonação do mangue que indica ocorrência de espécies de gêneros diferentes. Nas imagens, os tons mais escuros revelam a predominância da *R. mangle* e os tons de verde mais claro, a presença dominante da espécie *A. germinas*.

O rio e os canais de maré são importantes fontes de nutrientes para o ecossistema devido a entrada do aporte de água doce e salgada. O rio Ceará-Mirim apresenta dois canais principais, o canal antigo e o ramificado, sendo de fácil interpretação pelas imagens de satélite (FIGURA 28). Na qual o leito do rio foi alterado a décadas atrás pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS).

Figura 28 – Canal antigo e ramificado do rio Ceará-Mirim (RCM).



Fonte – Allan Trigueiro Soares, 2014

O apicum é uma unidade que serve como zona de amortecimento e faz parte da estrutura natural do manguezal, sendo resultado da deposição de areias finas e pela cristalização dos sais através da evaporação, pois são áreas que são atingidas apenas nos momentos de maré de sizígia. Na imagem de satélite, apresentou coloração variando do cinza ao branco por conta da sua composição sedimentológica como determinado no quadro de chave de identificação das feições e estão localizados no interior dos bosques de mangue (FIGURA 29).

Figura 29 – Feição apicum do manguezal do rio Ceará-Mirim (RCM).



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

O lavado está localizado nas bordas da unidade mangue e estão expostos a maior frequência de inundação, apresentando substrato lamoso e desprovido de cobertura vegetal. O lavado é mais visível durante a maré vazante, apresentando coloração acinzentada, devido à constituição sedimentológica que é predominantemente de argila e matéria orgânica. (FIGURA 30).

Figura 30 – Feição lavado do manguezal do rio Ceará-Mirim (RCM)

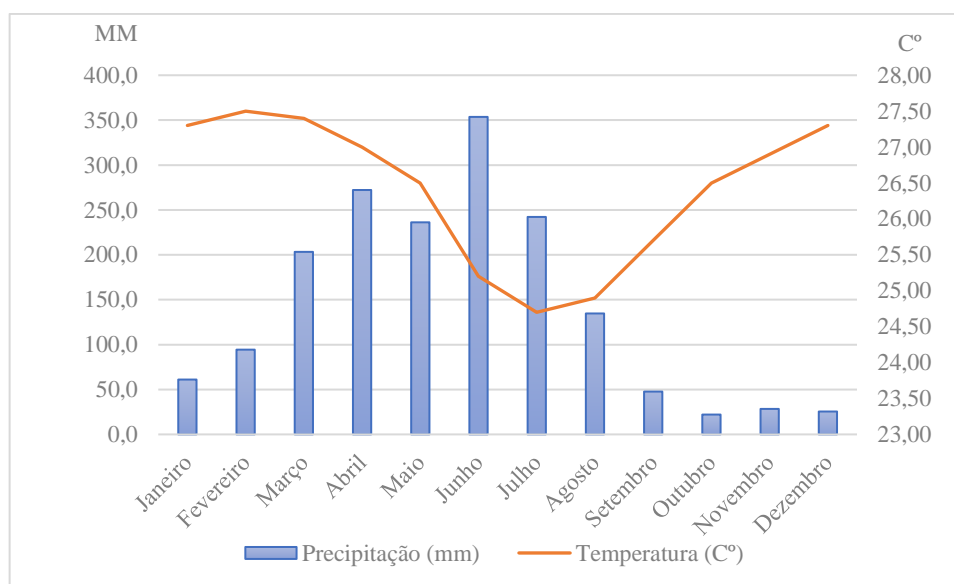


Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

As unidades do manguezal do rio Ceará-Mirim apresentam características distintas que, por sua vez, exibem um dinamismo no fluxo de troca de energia e matéria propiciando particularidades nos serviços ecossistêmicos fornecidos por cada unidade que contribui para o bem-estar humano. Dessa forma, os aspectos físicos como o clima, geologia, relevo, solo, vegetação e fauna são elementos que interagem entre si e com as atividades humanas, constituem e influenciam diretamente o sistema, sendo necessária a caracterização que considere os aspectos físicos e humanos, para obter uma base de dados para a elaboração do zoneamento.

O clima do estuário do rio Ceará-Mirim, é caracterizado como clima tropical com verão seco, do tipo As, segundo a classificação de Köppen (ALVAREZ et al., 2013), com uma alta amplitude térmica e temperaturas médias mensais variando entre 21,0 °C e 30,0 °C, apresentando uma temperatura média anual de 25,2 °C. A umidade relativa média anual do ar é de 79% (GRÁFICO 02).

Gráfico 02 – Climograma do município de Natal – RN (1981-2010)

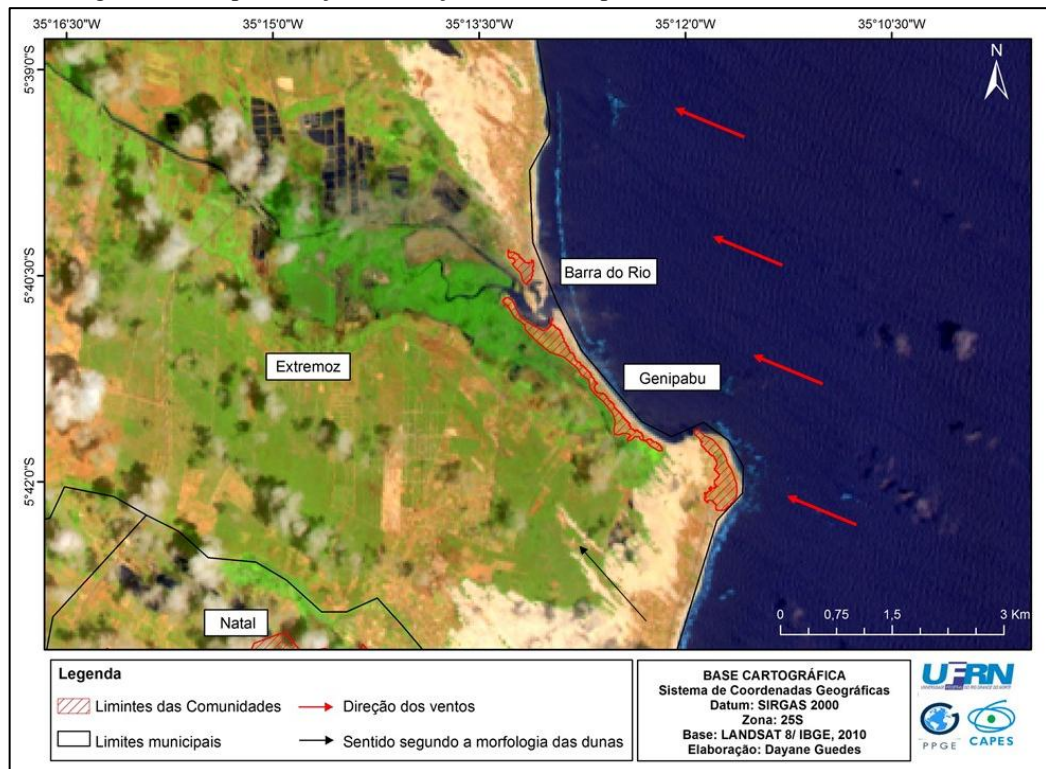


Fonte – Dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

A região do estuário do Rio Ceará-Mirim apresenta dois regimes pluviométricos distintos: um seco durante o verão e em chuvoso no outono-inverno. A estação chuvosa tem início em março e se prolonga até julho. Já os períodos mais secos apresentam-se geralmente nos meses de agosto a janeiro, com o mês de fevereiro intermediando as duas estações (seca e chuvosa). Apresenta valores máximos de 208,7 mm em março, e em novembro apresenta os valores mínimos de precipitação com média de 25,2 mm. A pluviosidade anual média é 1.344 mm.

É necessário destacar que as massas de ar são advindas do oceano Atlântico, sendo elas constituídas pelos ventos alísios de direção predominante de E-SE, na qual nos meses de agosto a outubro os ventos chegam a 5 m.s^{-1} e nos meses de março a maio tem a intensidade menor de 3 m.s^{-1} (INMET, 2009) (FIGURA 31). Dessa forma, as afirmações ditas sobre o clima corroboram com a influência que estes elementos climáticos exercem no desenvolvimento e nas formas de vegetação presente na área em estudo.

Figura 31 – Representação da direção dos ventos predominantes do Rio Ceará-Mirim.

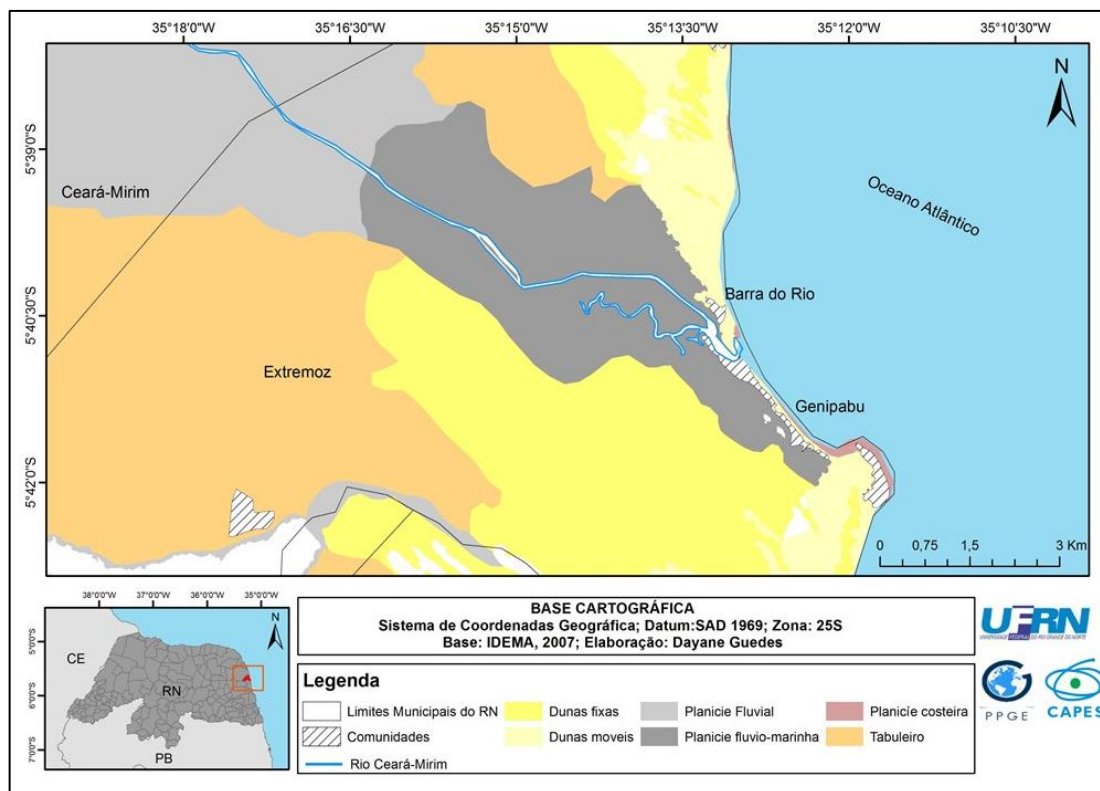


Fonte – Dados anemométricos Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – 1961-1990).

No que tange à geologia, o estuário do rio Ceará-Mirim está embasado na Formação Barreiras. A unidade geológica de superfície são os Sedimentos de Mangue, que são depósitos siltico-argilosos, ricos em matéria orgânica formados por sedimentos de origem continental e marinha. São encontrados em toda extensão do manguezal do estuário do rio Ceará-Mirim.

No tocante à geomorfologia, a região de estuário encontra-se na Planície Flúvio-marinha (FIGURA 32) formada por uma área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, geralmente sujeitas a inundações periódicas, com vegetação de mangue. Nesta área é encontrado o ecossistema de manguezal do estuário (DINIZ FILHO, 1999; CASTELLANI et al., 2007).

Figura 32 – Mapa geomorfológico da área de estudo do rio Ceará-Mirim.



Fonte – IDEMA, 2007.

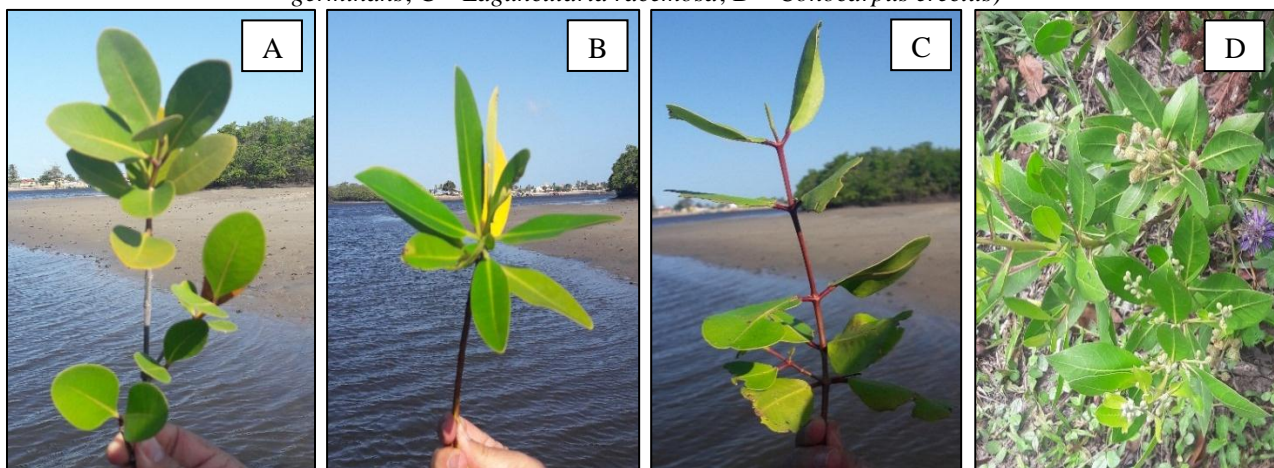
O solo é caracterizado como GLEISSOLO TIOMÓRFICO, que são solos halomórficos desenvolvidos pela combinação de sedimentos marinhos e fluviais apresentando matéria orgânica. Caracteriza-se também por sua drenagem imperfeita, relevo plano e com textura indiscriminada, depositado por atuação fluvial. Não são aproveitados pela agricultura por causa dos altos teores de sais e inundações constantes. São encontrados nas áreas de influência flúvio-marinha, sendo constantemente inundados na maré alta (PRADA-GAMERO et al., 2004; EMBRAPA, 2006; SOARES, 2010). Também são encontrados na área de apicum solos caracterizados como Gleissolo Sáfico, na qual são terrenos hipersalinos formados por sedimentos siliciclástico oriundos da deposição de areais finas durante as marés de sizígia (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999).

A bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim corresponde a uma área de 2.635,7 km². O rio principal possui o mesmo nome e se desenvolve no sentido oeste-leste, com um comprimento de 120 km. É um rio perene, mas que apresenta grande influência da maré. A maré é semidiurna com variação média das marés de sizígia de cerca de 2,30 metros e das marés de quadratura, de cerca de 0,85 m (COSTA, 2005).

No rio Ceará-Mirim, a vegetação de mangue se estende ao longo do manancial como uma franja, alongada e as vezes mais fina. É composta pelas espécies *Rhizophora mangle* na

área que compreende os solos pouco consolidados, sujeitos as inundações periódicas (FIGURA 33 – A), a *Avicennia germinans* (FIGURA 32 – B), *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* (FIGURA 32 – C) e o *Conocarpus erectus* (FIGURA 33 – D) encontradas em solos mais consolidados e mais distantes do leito do rio (SOARES, 2010; LIMA, 2005).

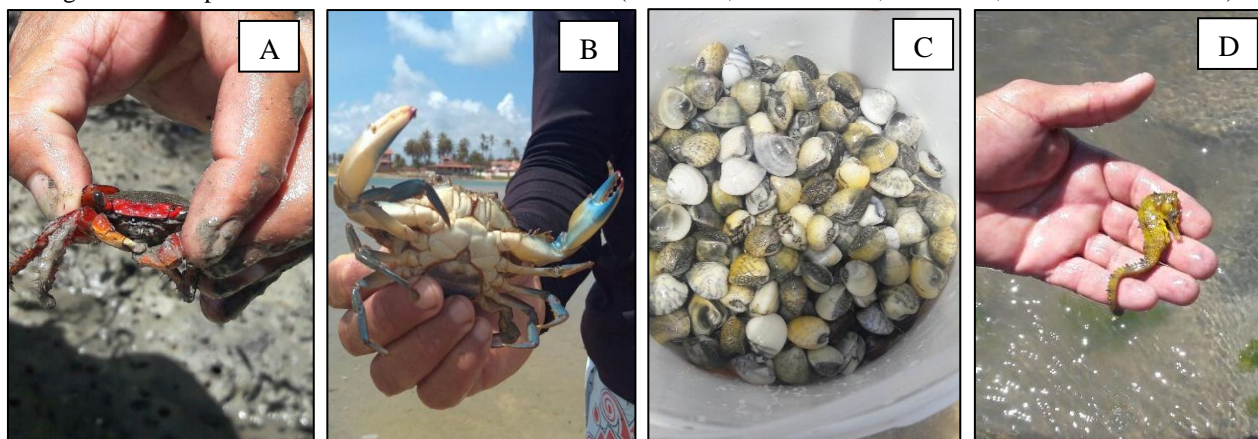
Figura 33 – Imagens das espécies de mangue encontrado no rio CM (A – *Rhizophora mangle*; B – *Avicennia germinans*; C – *Laguncularia racemosa*; D – *Conocarpus erectus*)



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Com relação à fauna, no rio Ceará-Mirim também são encontradas espécies como caranguejo uçá (*Ucides cordatus*), aratú (*Goniopsis cruentata*) (FIGURA 34 – A), siri azul (*Callinectes danae*) (FIGURA 34 – B), chama-maré (*Uca* spp). Entre os peixes estão o robalo (*Centropomus undecimalis*), tainha (*Mugil curema*), carapeba (*Diapterus auratus*) e camarão peneídeos. E entre os moluscos também são encontrados o búzio ou marisco (*Anomalocardia brasiliana*) (FIGURA 34 – C). Essas espécies são utilizadas na dieta e comercializados por pescadores e catadoras locais (LIMA, 2005). No estuário também se encontra o cavalo marinho, do gênero *Hippocampus* (FIGURA 34 – D).

Figura 34 – Espécies da fauna encontrado no rio CM (A – Aratu; B – Siri-azul; C – búzio; D – Cavalo marinho)



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

No tocante às questões antrópicas, nas últimas décadas o estuário do Rio Ceará-Mirim vem apresentando uma maior utilização por três atividades, pesca, carcinicultura, turismo e agricultura. Dessa forma, provoca uma significativa dinâmica no uso e ocupação e descaracterização de seus atributos naturais. Assim como todo o litoral potiguar, o turismo, é a atividade econômica que é responsável pela expansão urbana no estuário do Rio Ceará-Mirim. Outra atividade econômica de grande relevância que ocorre no estuário é a carcinicultura, encontrada principalmente na área de mangue (LIMA, 2005; SOARES, 2010).

Para se chegar na comunidade existe a opção de se fazer a travessia no distrito de Genipabu para a praia de Barra do Rio. Assim, a comunidade tem na sua economia voltada pela atividade de exploração turística, com a travessia nas balsas que levam os turistas a passeios pelo litoral norte (FIGURA 35). E por ser uma antiga vila de pescadores, ainda guarda resquícios dessa atividade, porém com pouca representatividade (VALE, 2013).

Figura 35 – Travessias das balsas com os turistas



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

O manguezal do estuário do rio Ceará-Mirim atualmente tem seu uso voltado para a pesca artesanal para sustento de alguns pescadores locais, ocupação do seu espaço por projetos de carcinicultura e construções de casas e cercas e para práticas educacionais informais e formais através de visitas de equipes de estudantes das diversas esferas de ensino (COSTA, 2005).

A paisagem é o resultado da interação entre os elementos físicos e as ações antrópicas, sendo importante para a compreender a dinâmica que ocorre na área em estudo. Dessa forma, a partir da caracterização dos elementos que compõem o manguezal do rio Ceará-Mirim, o clima é o ponto de partida para a análise da interação no sistema. Por estar localizado no litoral

oriental do RN e possuir influência do clima subúmido, o rio Ceará-Mirim é favorecido por ser rio perene, caracterizados por precipitações médias entre 1.000 e 1.500 mm.ano⁻¹ e é caracterizado como um estuário positivo.

A condição do estuário auxilia no desenvolvimento do porte da vegetação de mangue, pois com o aporte fluvial e da água do mar esse sistema possui um equilíbrio na salinidade. O desenvolvimento da vegetação também tem sua influência a partir da constituição pedológica da área e pelo relevo, que se mostra relativamente baixo e monótono, caracterizado como planície flúvio-marinha.

O relevo plano favorece a acumulação dos sedimentos carregados pela drenagem do rio, contato deste com o ambiente marinho e a diluição da água do mar com a do rio. Desta maneira os solos dessa área apresentam níveis moderados de sal, ocorrência de matéria orgânica, proveniente de decomposição da vegetação de mangue e da intensa atividade biológica produzida pela fauna (SOUZA, et. al., 1981).

A fauna é expressiva, com a presença de caranguejos, siris, goiamuns, aratus, abundância de algas microscópicas e microcrustáceos (NUNES, 2006). Devido as condições ambientais favoráveis a vegetação apresenta um porte mais arbóreo e onde foram encontradas cinco espécies de mangue, *R. mangle*; *L. racemosa*; *A. schaueriana*; *A. germinans* e *C. erectus*.

Dessa forma, é imprescindível compreender como características e a interação do sistema das unidades geoambientais que compõe o manguezal do rio mencionado, para assim apreender sobre o funcionamento do ecossistema e os serviços prestados para o bem-estar das comunidades.

4.2. Serviços ecossistêmicos de provisão

4.2.1 Identificação dos serviços ecossistêmicos do rio Tubarão

A partir do levantamento em campo foram identificados os serviços ecossistêmicos do manguezal fornecidos pelo rio Tubarão. Todos os entrevistados são moradores das comunidades locais e isso contribuiu para compreender a importância do ecossistema para fornecimentos dos SE como fonte de subsistência e de renda.

Com apoio na proposta da CICES (2010) foram consideradas para esta análise um total de quatro serviços de provisão, elencados no Quadro 06, que abrangem as três categorias de divisão: nutrição, materiais e energia distribuídos em quatro classes: as plantas selvagens, algas; animais selvagens; fibras/materiais de plantas e animais para uso direto ou transformação; e recurso à base de plantas.

Quadro 06 – Serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal do Rio Tubarão.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	TIPO DE CLASSE	FEIÇÕES			
					M	L	R	A
PROVISÃO	NUTRIÇÃO	Biomassa	Plantas selvagens, algas	Folha para ração do gado	•			
			Os animais selvagens	Peixes, caranguejo, siri, búzios, sururu	•	•	•	
	MATERIAIS	Biomassa	Fibras/materiais de plantas e animais para uso direto ou transformação	Madeira para construção civil (cercas, ripas)	•			
	ENERGIA	Fontes de energia à base de biomassa	Recursos à base de plantas	Lenha	•			
Legenda – M: Mangue; L: Lavado; R: Rio e os canais de maré, A: Apicum; • presença de SE.								

Fonte – Adaptado de Haines-Young e Potschin, (2011), Souza, et al. (2016).

No que se refere à classe de plantas selvagens e algas, moradores da comunidade afirmaram que utilizam as folhas do mangue como forma de enriquecer a alimentação animal nos períodos de seca. As principais espécies usadas *R. mangle* (mangue vermelho) e *A. germinans* (mangue preto), que servem tanto para o gado caprino e quanto equino, retiradas dos bosques de mangue. As folhas são coletadas e passam pelo processo de secagem, depois é

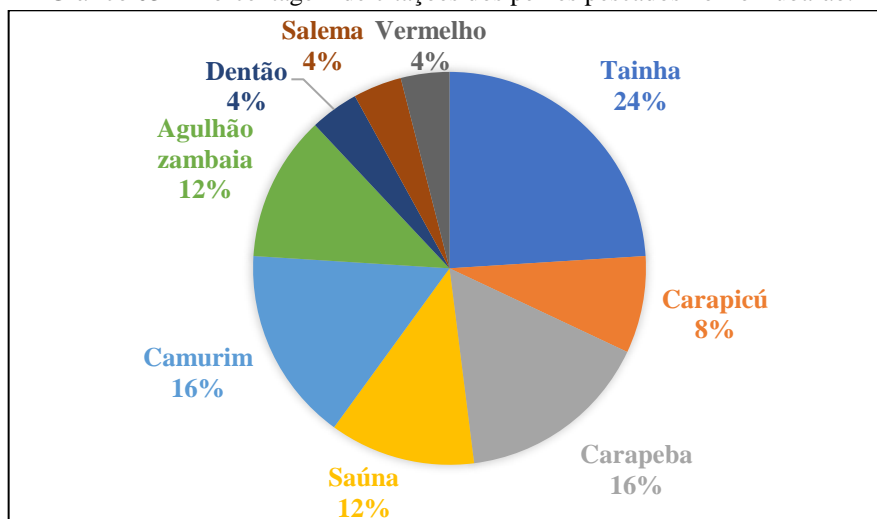
misturada com o farelo para posteriormente servir como complementação da alimentação animal.

Essa prática de uso corrobora com estudos que afirmam que algumas espécies vegetais do mangue excretam sal e desempenham um papel importante na vida dos animais, pois se tornam suficiente para as necessidades fisiológicas. Isso se deve, devido às plantas possuírem glândulas secretoras de sal como forma de adaptação para eliminar o excesso de sal.

A classe dos animais selvagens representa um dos grupos de maior relevância econômica para as comunidades que vivem próximas ao manguezal. Nessa área, a coleta desses animais se constitui na principal fonte de renda das famílias envolvidas. A pesca foi uma das atividades mencionadas como uma das mais importantes na RDSEPT para economia e renda. Essa classe envolve os pescadores, marisqueiras e catadores de caranguejo.

Foi relatada a diversidade dos peixes e mariscos de valor comercial. Quando se referido aos peixes, a ampla maioria dos entrevistados afirmou que no rio e no canal de maré os mais pescados são a tainha (*Mugil curema*) que representa 24% entre os citados, carapeba (*Eugerres brasiliensis*) e camurim ou robalo (*Centropomus undecimalis*) deteve a 16%, saúna (*Mugil liza* Valenciennes, 1836) e agulhão zambaia (*Strongylura marina*) com totais equivalentes a 12% dos citados em campo. Já o carapicú (*Eucinostomus* sp.) foi citado apenas 8%, por fim, dentão (*Lutjanus jocu*), vermelho (*Lutjanus synagris*) e salema (*Archosargus rhomboidalis*), representam 4% dos peixes mais citados (GRÁFICO 03).

Gráfico 03 – Porcentagem de citações dos peixes pescados no rio Tubarão.



Fonte – Dados coletados em campo, 2017.

A prática da pesca é realizada diariamente sobretudo no período da noite, que para alguns é o melhor horário. Entre um dos motivos reconhecido no levantamento em campo, está

o fato de que o peixe não vê a armadilha, de modo a propiciar a facilidade da captura. Outros disseram, ainda, que a noite tem menor fluxo de pescadores contribuindo para a pesca mais favorável. No entanto, de acordo com estudo de Silva (2010), a pescaria da tainha, por exemplo, ocorre de acordo o deslocamento da espécie entre o estuário e o mar. A abundância da tainha a noite é decorrente da maré alta, na qual o peixe migra para o estuário facilitando a sua pesca quando realiza migração vertical para a superfície.

Ainda nessa perspectiva, todos afirmaram que a tainha é o peixe de maior representatividade no valor comercial e o mais abundante. De acordo com as informações coletados por Dias (2007), os dados pesqueiros da RDSEPT estimaram uma produção de 13.455 toneladas de tainha em 2002. Por causa disso, observa-se a importância dessa espécie para as comunidades locais. Nos relatos em campo, foi informado que em um dia de pescaria pode-se extrair cerca de 10 quilos, os preços dependem da espécie, variando entre R\$ 5,00 a R\$ 3,00.

Ao longo do rio e dos canais de maré são utilizados apetrechos apropriados para a captura dos peixes. Os citados foram tainheira, tarrafa e caiqueira. De acordo com Vilhena et al. (2012), a escolha depende de cada espécie e suas diferenças estão na posição da rede na coluna d'água, na distância entre nós opostos da malha e no modo de utilização da rede (QUADRO 07).

Quadro 07 – Especificações dos apetrechos usados nas pescarias do RT.

TIPO DE PESCARIA	ESPÉCIE ALVO	MALHA	LOCAIS DE PESCA	CONDIÇÕES DA MARÉ	PERÍODO
Caiqueira	Peixes de pequeno porte (saúna, carapicú, vermelho, salema)	Rede-de-espera caiqueira – malha: 3,0 a 5,0 cm	Rio, canais maré e gamboas	Vazante e enchente	Ao longo de todo o ano
Tainheira	Peixes como a tainha	Rede-de-espera tainheira malha: 5,0 a 6,0 cm	Rio, canais maré e gamboas	Vazante e enchente	Ao longo de todo o ano
Tarrafa	Peixes (tainha, saúna, carapeba, salema, entre outros)	Rede tarrafa – malha: 3,5 a 4,5 cm	Rio, canais maré e gamboas	Vazante e enchente	Ao longo de todo o ano

Fonte – Adaptado de Dias (2007) e Vilhena (2012).

A utilização da caiqueira requer uma malha que varia entre 3 a 3,5 cm. O principal alvo são os peixes de pequeno porte como saúna (*Mugil sp.*), carapicú (*Eucinostomus sp.*), carapeba

(*E. brasiliensis*), vermelho (*L. synagris*) e salema (*A. rhomboidalis*). Essa pesca ocorre principalmente nos canais do rio e nas gamboas e essa prática é realizada durante as marés baixas. A tainheira (FIGURA 36) foi um dos apetrechos mais citados entre os entrevistados. Destina-se principalmente à captura de tainha (*Mugil sp*), apresenta uma malha e um comprimento maior em se comparado com a caieira, variando entre 5,0 a 6,0 cm. A tarrafa também foi um dos mais mencionados entre os tipos de apetrecho de pesca, tem um lançamento de 35 metros e sua malha varia entre 3,5 a 4,5 cm. É uma rede em formato circular com chumbos nas extremidades para auxiliar na pesca. Tanto a tainheira quanto a tarrafa são apetrechos utilizados no rio e nos canais de maré, sendo sua prática feita durante as marés vazante e enchente.

Figura 36 – Confeção da rede de pesca tainheira.



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2018.

Conforme estudos já realizados na área em estudo, o manguezal apresenta um total de 1.490 moluscos pertencentes a 29 família (QUEIROZ E DIAS, 2014). A coleta de moluscos é uma importante atividade complementar na fonte de renda das famílias, ou até mesmo como a renda principal. É um recurso explorado sem muitas dificuldades, sendo fácil o seu acesso.

Em campo, foi evidenciada a importância desses recursos para população das comunidades locais. As principais espécies citadas dentro das classes dos moluscos foram o búzio (*Anomalocardia brasiliensis*), búzio grande (*Lucina pectinata*) e sururu (*Mytella guyanensis*). Nessa área, o molusco *A. brasiliensis* é amplamente comercializado sendo considerada a base para a obtenção de renda das famílias, no entanto, os demais são pouco comercializados e capturados para consumo próprio (FIGURA 37).

Figura 37 – Mariscos retirados do rio Tubarão.



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

A atividade de catação de mariscos é feita principalmente pelas mulheres e ocorre ao longo do ano, diariamente. As áreas propícias para esse trabalho estão expostas durante a maré vazante e a enchente ao longo do manguezal, pois é nesse momento em que a unidade geoambiental lavado fica exposta fornecendo um dos principais serviços ecossistêmicos de provisão da área. Nas entrevistas foi relatado que o sururu (*M. guyanensis*) é encontrado na mesma unidade, mas próximos as raízes de mangue vermelho (*R. mangle*).

A forma de coleta desses moluscos é através da catação manual ou com a utilização de objetos como pá, baldes e colheres. Nas entrevistas foi informado que após a chegada da coleta é realizada a fervura dos mariscos para as conchas se abrirem e ser retirada a carne do búzio, isso ocorre normalmente no mesmo dia de coleta. Posteriormente as cochas são descartadas ou utilizadas para confecção de artesanato. Os locais mencionados enquanto destino de comercialização foram o estado da Paraíba, do Ceará e capitais como Natal (RN) e Recife (PE).

Outra fonte de serviços ecossistêmicos fornecidos pelo lavado e mangue é a catação de siri e caranguejo, que são considerados uma das fontes de renda e de subsistência. Dentre os crustáceos, destacam-se o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), guaíamum (*Cardisoma guanhumi*), siri azul (*Callinectes danae*), siri-lodo (*Callinectes* sp.) e aratu (*Goniopsis cruentata*). As capturas dessas espécies de crustáceos são realizadas durante a maré baixa, no entanto, estão em diferentes unidades geoambientais do manguezal.

A coleta do caranguejo-uçá, que está presente entre as raízes do mangue nos substratos lamosos, é realizada manualmente através da técnica do bracejamento, também conhecida como braçada, onde o catador introduz o braço na toca do caranguejo e extrai o animal, essa prática é

feita ao longo do ano. A catação do siri, encontrado na área de substrato mais lamoso na feição do lavado, também é realizada de forma manual ou com o apetrecho chamado de puçá. Essa atividade é realizada diariamente no período de maré baixa, na qual tem como espécies alvos o siri-azul (*C. danae*) e o siri-lodo (*Callinectes* sp).

Os serviços ecossistêmicos relacionados à classe fibras/materiais de plantas e animais para uso direto ou transformação utilizadas na RDSETP, estão relacionadas ao uso dos meios bióticos para geração de produto para a comunidade. Neste caso, a madeira extraída das árvores de mangue, principalmente da *R. mangle* (mangue vermelho), é utilizada para complementar a construção de casas de taipa, ranchos de pescadores, cercas e embarcações (FIGURA 38) como foi citado durante as entrevistas. De acordo com estudos de Walters (2008) as espécies da família Rhizophoraceae apresentam uma madeira dura, o que contribui para a utilização nas construções. O autor acrescenta que a madeira é um recurso que pode ser fundamental para a segurança de meios de vida das comunidades locais.

Figura 38 – Ranchos dos pescadores na área da RDSEPT.



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Também foi citada a utilização do tanino, que é extraído da casca do mangue vermelho (*R. mangle*) para fins medicinais, já que apresenta propriedades de cicatrização. No entanto, hoje é uma prática pouco utilizada na comunidade, visto que muitos utilizam medicamentos alopáticos encontrados em farmácias, deixando de lado o conhecimento da propriedade medicinal que era transmitido entre as gerações.

No que se refere a classe fontes de energia à base de biomassa, o manguezal fornece recursos à base de plantas que é o uso da lenha extraída das espécies do mangue pelas

marisqueiras para ferver os mariscos (FIGURA 39). A principal espécie é o mangue vermelho, que é considerada um excelente combustível energético e fornece o melhor carvão de lenha devido seu alto poder calorífico, com queima lenta e sem fumaça, justificando os motivos pelos quais é utilizada pelas marisqueiras. Ademais, trata-se de uma forma economicamente viável, como afirma Bandaranayke, (1998) e Mattos et al. (2012).

Figura 39 – Momento da fervura dos mariscos com a utilização da lenha na área da RDSEPT.



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

É perceptível, portanto, os bens tangíveis provenientes do ecossistema de manguezal no rio Tubarão através da espacialização e das entrevistas. Nota-se que as formas pelas quais os entrevistados vivenciam os benefícios materiais estão associadas as suas necessidades de obter suas fontes de subsistência e de renda.

4.2.2 Identificação dos serviços ecossistêmicos do rio Ceará-Mirim

Os serviços de provisão fornecidos pelo manguezal do rio Ceará-Mirim se distribuem de forma diferenciada em comparação aos do rio Tubarão. No entanto, muitos dos produtos que o ecossistema pode fornecer não são aproveitados pela população local de forma sustentável, sendo muitos dos produtos utilizados apenas para forma de subsistência e não para renda.

A partir das entrevistas que foram realizadas em campo, foi possível identificar para esta análise um total de sete serviços de provisão fornecidos pelo manguezal no rio Ceará-

Mirim que estão enfatizados no Quadro 08. Os serviços englobam as três categorias de divisão: nutrição, materiais e energia, distribuídos em sete classes: os animais selvagens; animais de aquicultura; fibras/materiais de plantas e animais para uso direto ou transformação; materiais de plantas e animais para uso agrícola; materiais genéticos; água de superfície não potável e recursos à base de plantas.

Quadro 08 – Serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal do Rio Ceará-Mirim.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	TIPO DE CLASSE	FEIÇÕES			
					M	L	R	A
PROVISÃO	NUTRIÇÃO	Biomassa	Os animais selvagens	Peixes, caranguejo, siri, búzios	•	•	•	
			Animais de aquicultura	Criação de camarão				•
	MATERIAIS	Biomassa	Fibras/materiais de plantas e animais para uso direto ou transformação	Madeira para construção civil (cercas, ripas, vara para balsa); Remédio natural	•			
			Materiais de plantas e animais para uso agrícola	Isca para pesca em alto mar				•
			Materiais genéticos	Coleta de propágulo para recuperação de área	•			
		Água	Água de superfície não potável	Para os tanques de camarão			•	
	ENERGIA	Fontes de energia à base de biomassa	Recursos à base de plantas	Lenha	•			
Legenda – M: Mangue; L: Lavado; R: Rio e os canais de maré; A:apicum; • presença de SE.								

Fonte – Adaptado de Haines-Young e Potschin, (2011), Souza, et al. (2016).

Com relação à classe animais selvagens, é retirada da área a extração de caranguejo, mariscos e pescados. Durante as entrevistas, foi relatado que os produtos são para consumo das pessoas das comunidades que se encontram na área de influência direta do manguezal. Os entrevistados afirmaram que a comercialização é pouco difundida nas comunidades, embora constata-se a vinda de pessoas de lugares mais distantes extrair os produtos fornecidos pelo ecossistema. Nessa perspectiva, os questionários foram aplicados com pessoas que moram em outras localidades, como, região metropolitana Natal (RN) e da comunidade de Grutas,

pertencente ao município de Extremoz (RN), mas que se encontravam na área em estudo usufruindo dos bens tangíveis. Ambos os entrevistados, afirmaram ser de uso de complementação da alimentação e a pesca ser um *hobby* nos momentos de folga.

A classe animais selvagens representa um dos grupos de maior relevância de coleta e uso dos produtos fornecido pelo ecossistema para as comunidades, envolvendo pescadores (FIGURA 40 – A), catadores de siri e caranguejo (FIGURA 40 – B) e marisqueiras (FIGURA 40 – C).

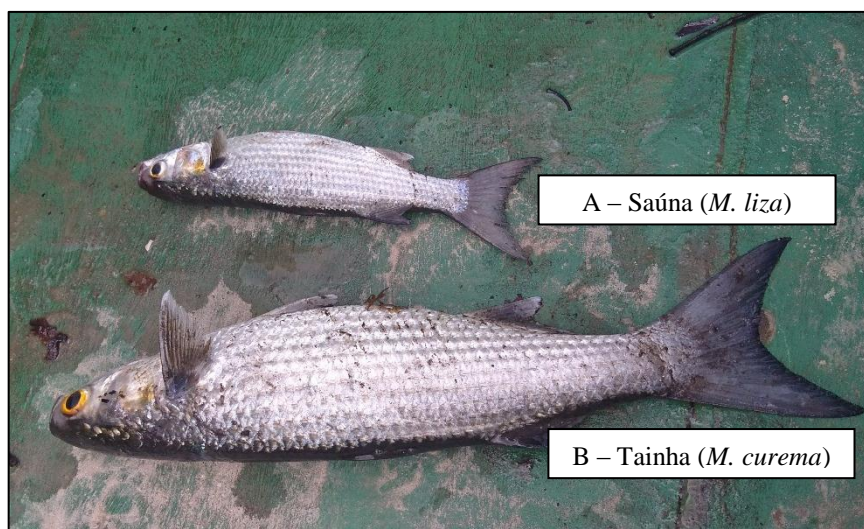
Figura 40 – Prática da coleta dos animais selvagens: A – Pescaria; B – Captura de siri; C – Coleta de mariscos.



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

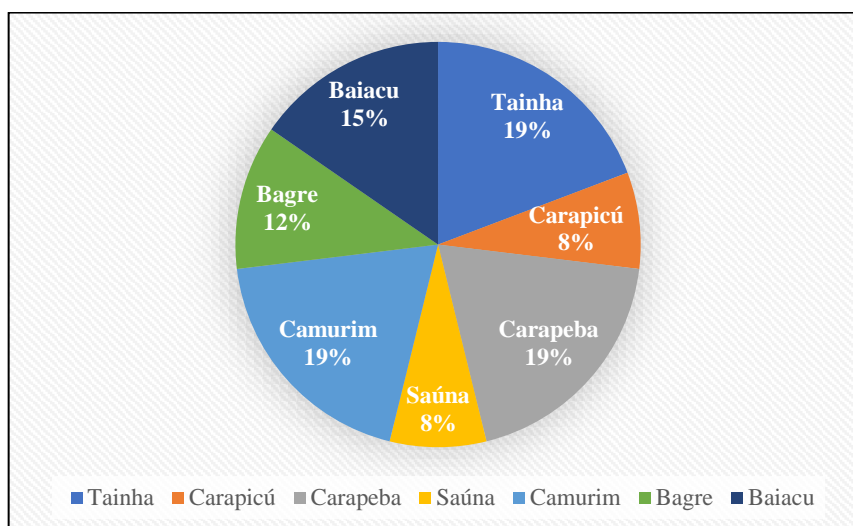
Foi relatada a diversidade de peixes e a ampla maioria dos entrevistados afirmou que é no canal do rio antigo e ramificado e nos canais de maré onde se concentram os locais mais propícios à pesca. Os peixes mais pescados são tainha (*Mugil curema*) (FIGURA 41 – B), carapeba (*Eugerres brasiliensis*), camurim ou robalo (*Centropomus undecimalis*), ambos apresentam 19% dos peixes mais citados, baiacu (*Chilomycterus* spp.) com 15%, bagre (*Ariidae* sp) com 12%, carapicú (*Eucinostomus* sp.), saúna (*Mugil liza*) (FIGURA 41 – A) com 8% dos peixes mais mencionados nas entrevistas (GRÁFICO 04).

Figura 41 – Peixes encontrados no rio Ceará-Mirim: A – Saúna (*M. liza*); B – Tainha (*M. curema*).



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Gráfico 04 – Porcentagem dos peixes citados nas entrevistas no rio Ceará-Mirim.



Fonte – Dados coletados em campo, 2017.

A pescaria ocorre em diferentes horários, tanto no período diurno quanto noturno. Para alguns pescadores essa prática ocorre diariamente, no entanto, outros entrevistados afirmam que pesca uma vez na semana. Todas as espécies ditas em campo são encontradas em qualquer período do ano. No entanto, foi relatado que a pesca da tainha (*M. curema*) é mais favorável no período de dezembro a fevereiro.

Já o robalo (*C. undecimalis*) tem mais abundância na época chuvosa, que compreende os meses de abril a junho. Isso corrobora com estudo realizado por Rodrigues (2005), na qual afirma que o ciclo reprodutivo do robalo ocorre no período chuvoso pela presença do peixe menor, decorrente do aumento da vazão do rio devido à alta pluviosidade. E no período de baixa

vazão e pela maior influência da cunha salina, ocorre a migração do robalo para o estuário para se reproduzir, constituindo de peixes maiores, ocorrendo os períodos favoráveis para a pesca dessa espécie.

No manguezal do rio Ceará-Mirim foram registrados três tipos predominantes de apetrechos, a tarrafa (ver especificações no Quadro 06), a rede de cerco e a pescaria com linha e anzol. Como dito anteriormente, no subcapítulo 4.2.1, cada tipo de apetrecho tem suas particularidades e depende do alvo principal. A tarrafa tem um comprimento da malha que varia entre 3,5 a 4,5 cm, onde busca os peixes de menor porte. A utilização do cerco para a pesca, ocorre principalmente nas entradas das gamboas (canais de maré) onde são utilizadas varas de madeira para prender a malha. Normalmente a rede de cerco fica estendida de uma maré para outra, e ocorre geralmente da maré enchente para a vazante. A pesca com linha e anzol, ocorre nos canais do rio, em busca dos peixes que entram e saem do sistema estuarino durante as mudanças da maré. Esse apetrecho consiste na linha de nylon e anzol de aço. As melhores marés indicadas nas entrevistas são as marés baixas e de vazante e enchente.

A coleta do búzio (*A. brasiliiana*), pode ser encontrada em diferentes tamanhos e são espécies adaptadas aos diferentes ambientes, como praias arenosas, areno-lodosas, manguezais e fundos arenosos em ambientes coralíneos (Rodrigues et al. 2010). Dessa forma, a prática da mariscagem no rio Ceará-Mirim ocorre diariamente em dois lugares no estuário, ao longo do manguezal, que compreende a área de lavado, e no ambiente de praia. Ao longo das entrevistas foi dito que o local para a coleta depende do período de crescimento do búzio (*A. brasiliiana*). Nos períodos de dezembro o búzio já se encontra num tamanho maior no manguezal. No entanto, quando estão menores, as marisqueiras preferem fazer essa prática na praia e assim vão intercalando os períodos propícios para a coleta. Foi relatado que chegam a coletar cerca de 20k de búzios que equivalem a R\$15,00 (FIGURA 42). A forma de coleta é através da catação manual.

Figura 42 – Mariscos retirados do rio Ceará-Mirim.

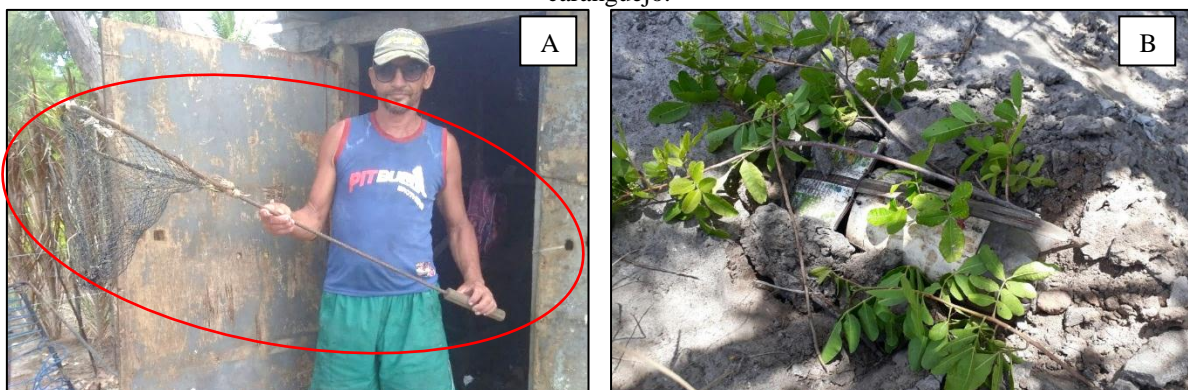


Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

A catação de caranguejos e siris é uma prática que ocorre dentro do manguezal, entre as raízes de mangue vermelho, em diversos pontos ao longo da área. Sendo realizado por moradores das comunidades e por pessoas de outras localidades. Os caranguejos servem tanto para consumo quanto para complementação da renda familiar. Entre as espécies de crustáceos que são comercializadas e fonte de subsistência são o caranguejo uçá (*U. cordatus*), guaiaumum (*C. guanhumi*) e siri azul (*C. danae*).

A captura desses crustáceos é realizada manualmente ou com a utilização de alguns instrumentos, adaptados pelo próprio catador para facilitar o acesso ao recurso. Uma das formas de catação é a técnica de bracejamento, na qual se introduz o braço na toca do caranguejo e para a captura do siri é utilizado o apetrecho chamado de puçá (FIGURA 43 – A). Alguns catadores afirmam que há pessoas que fazem uso de armadilhas, denominadas de "ratoeiras", fabricadas de latas, que serve para aprisionar o guaiaumum (*C. guanhumi*) antes de capturá-lo (FIGURA 43 – B).

Figura 43 – A – Apetrecho puçá empregado para captura do siri; B – Armadilha “ratoeira” para captura do caranguejo.



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Os entrevistados afirmaram que essa prática ocorre diariamente ao longo do ano, durante as marés baixas. No entanto, nos períodos de reprodução (ocasionando a andada que está ligada ao acasalamento), sua captura é facilitada, pois os machos e fêmeas saem de suas tocas com a finalidade de acasalar. Nesse período é legalmente proibida, a catação do caranguejo, pois é o período de defeso, mas foi relatada a prática de coleta irregular por pessoas vindas de outras localidades.

Ainda sobre a divisão nutrição, foram identificados na classe animais de aquicultura empreendimentos de criação de camarão que ocupam área de mangue e de apicum, a espécie criada é a *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Existem na área de estudo nove empreendimentos de carcinicultura, dos quais apenas cinco estão em funcionamento e os demais estão desativados (SOARES, 2010). Uma das áreas que está desativada é utilizada para pesquisas da Empresa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN juntamente com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Nessa área é possível observar a recuperação natural da vegetação do manguezal.

Na divisão materiais, referente ao grupo biomassa, a classe fibras/materiais de plantas e animais, para uso direto ou transformação, foi identificado no manguezal do rio Ceará-Mirim através das entrevistas, sendo utilizada duas formas pelas comunidades, a madeira que é transformada para uso na construção civil, para cercas e como vara para as balsas, além da utilização de raiz para uso medicinal.

Quanto ao uso da madeira para construção civil (FIGURA 44 – A), foi afirmado pelos entrevistados que a espécie *R. mangle* é a mais utilizada devido à madeira ser mais resistente à decomposição se comparado com as demais. Possuem diversas finalidades, tanto para fabricação de ripas para o telhado (FIGURA 44 – B) e como para cercas (FIGURA 44 – C). Outra espécie bastante utilizada para a produção de varas é *L. racemosa*, que são usadas pelos balseiros para remar na travessia do rio (FIGURA 44 – D). Nas entrevistas realizadas com os balseiros, foi afirmado que a retirada da madeira é feita com cuidado para não promover a morte da planta, cortando transversalmente o caule na altura onde a maré alta não alcança.

Figura 44 – A – Corte da madeira; B – Ripas; C – Cercas; D – Varas para balsas.



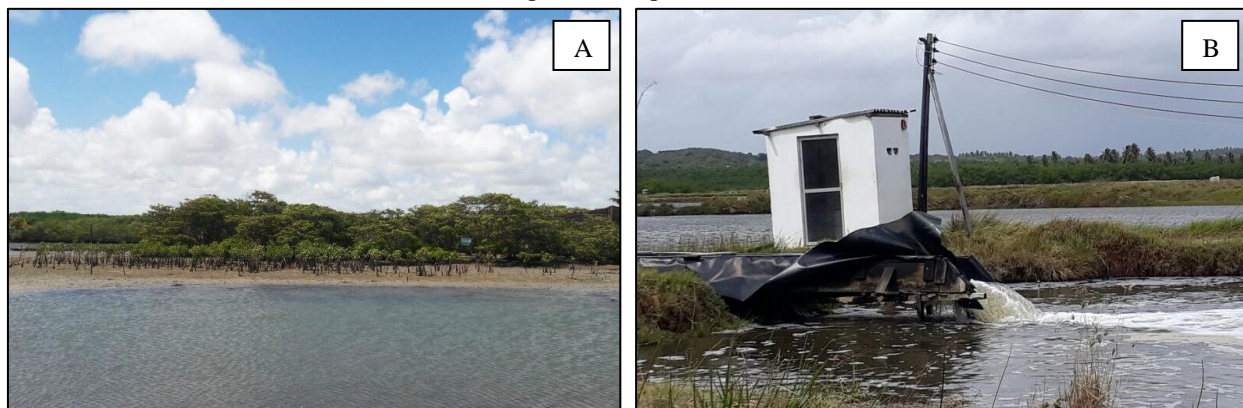
Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Durante as entrevistas quando questionados sobre o uso de plantas para fins medicinais, apenas um morador afirmou utilizar a casca da *R. mangle* como chá cicatrizante e anti-inflamatório. Em seus estudos Bandaranayake (1998) e Carneiro et al. (2010) afirmam que as plantas do manguezal possuem compostos medicinais capazes de contribuir com tratamento e prevenção de várias doenças, como reumatismo, asma, diabete e diarreia.

Outro serviço disposto na área em estudo da divisão materiais, corresponde à classe materiais de plantas e animais para uso agrícola. Neste caso é a captura do chama-maré (*Uca sp*), para ser usado como isca em pesca de alto mar. Com relação aos materiais genéticos, pode-se enfatizar a utilização dos propágulos produzidos pelo mangue, que são coletados para ações de recuperação das áreas degradadas no ecossistema. É um projeto desenvolvido há mais de 10 anos pelo professor Paulo Gerson de Lima da Universidade Potiguar (UNP), para diminuir os impactos provenientes da atividade carcinicultura. As espécies relatadas que estão sendo utilizadas para esse projeto são *R. mangle* e *A. germinans*, no entanto *R. mangle* é a que está melhor se adaptando ao replantio das mudas nas bordas dos bosques do mangue, devido ser considerada uma espécie que se desenvolve em ambiente mais lamoso (FIGURA 45 – A).

Ainda na divisão materiais, a classe água de superfície não potável, é representada pela água do estuário que é coletada e serve como serviço prestado para os tanques de carcinicultura (FIGURA 45 – B).

Figura 45 – A – Projeto de recuperação da área de manguezal do rio Ceará-Mirim; B – Água do estuário utilizado para os tanques de camarão.



Fonte – Dayane Raquel da Cruz Guedes, 2017.

Na divisão energia, na classe recursos à base de plantas, destaca-se o uso da madeira como forma de lenha utilizada como fonte de energia pelas pessoas de menor renda da comunidade, a espécie citada é *R. mangle*. De acordo com os estudos de Bandaranayke, (1998) e Mattos et al. (2012), essa espécie é considerada um bom combustível por fornecer uma queima lenta, sem fumaça e com alto poder calorífico.

A partir da identificação dos serviços ecossistêmicos juntamente com as unidades geoambientais foi possível compreender a importância do ecossistema de manguezal para as comunidades através das entrevistas. Apesar do SE não ser utilizado de forma tão frequente como ocorre no rio Tubarão, observa-se que são dos bosques de mangue e do rio e canais de maré que se retira a maioria dos serviços, principalmente, para consumo das famílias.

4.3 Mapeamento dos Serviços ecossistêmicos de provisão

A compartimentação dos mapas foi disposta com base nos resultados da combinação dos dados das unidades geoambientais (mangue – *R. mangle*, mangue – *A. germinans*, lavado, apicum e o rio e canais de maré) juntamente com a identificação dos serviços ecossistêmicos. Os mapeamentos representam a distribuição espacial nas áreas de estudos da capacidade de prestação de SE que é o potencial de um ecossistema e suas unidades geoambientais em fornecer os serviços com base em propriedades biofísicas, condições sociais e ecológica (VILLAMAGNA et al. 2013, BARÓ, et al. 2016). Dessa forma, as diferentes unidades geoambientais do manguezal apresentam particularidades que influenciam na oferta dos SE.

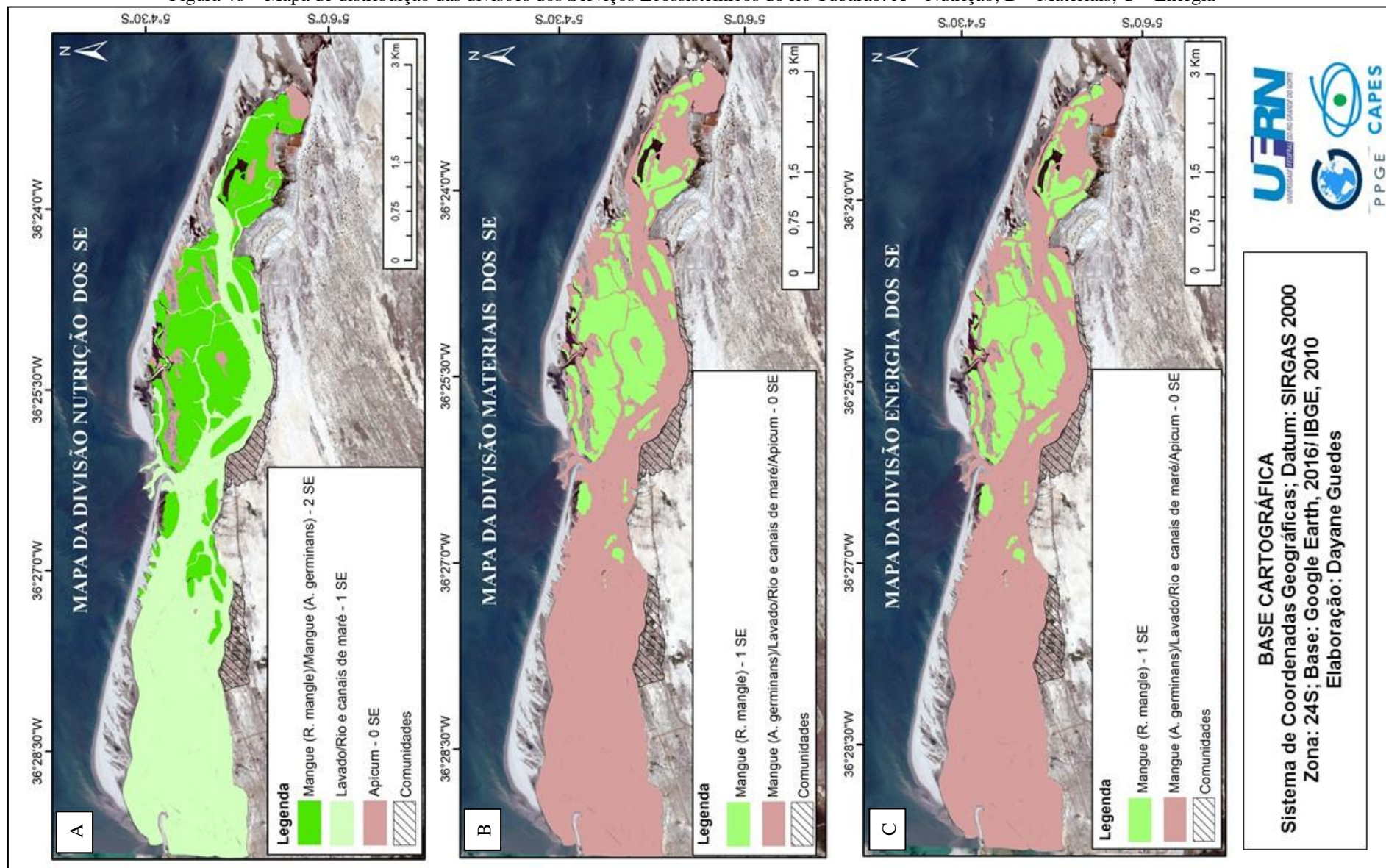
O manguezal é considerado pelas comunidades locais das áreas em estudo como fonte importante de nutrição, material e energia que se tornam geradoras de renda e de subsistência. A seguir será descrito os resultados alcançados através da aplicação da metodologia dos mapeamentos dos SE nas áreas baseado nos estudos de Burkhard et al. (2009), Owuor et al. (2017) e Macedo et al. (2017).

4.3.1 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos do rio Tubarão

A espacialização dos SE do rio Tubarão é embasada na capacidade do ecossistema de fornecer tais serviços. A compartimentação foi relacionada com serviços prestados por determinadas espécies diante das entrevistas realizada na área de estudo. A partir disto, foi observado que a capacidade de oferta do SE varia entre cada divisão de acordo com as unidades geoambientais.

Em relação à divisão Nutrição (FIGURA 46 – A), ocorre um elevado potencial da área de mangue (*R. mangle* e *A. germinans*) para geração de produtos consumidos como fonte nutritiva pelas comunidades locais, pois são nessas áreas, principalmente da *R. mangle*, onde são retiradas as folhas do mangue para produção de ração para o gado caprino e equino. Outro serviço relacionado à classe Nutrição no mangue é o potencial das áreas no fornecimento de mariscos, como o sururu e crustáceo como o caranguejo (*U. cordatus*), que são coletados nas regiões das raízes das árvores onde predominam os solos lamosos. Os serviços provenientes do lavado e dos rio e canais de maré estão relacionados como os principais serviços ofertados na área em estudo, que é a catação de mariscos e a pesca, respectivamente.

Figura 46 – Mapa de distribuição das divisões dos Serviços Ecossistêmicos do rio Tubarão: A – Nutrição; B – Materiais; C – Energia



No entanto, apresenta baixo potencial de prestação de SE devido às características físicas da área ao limitar os usos dessas unidades. Na unidade lavado ocorre uma importante atividade complementar na fonte de renda das famílias, encontra-se um recurso explorado sem muitas dificuldades devido seu fácil acesso, o molusco *A. brasiliiana*, sobressaindo como o mais comercializado entre as espécies coletadas nessa área. Em relação ao rio e canais de maré foram identificadas nove espécies de peixes típicas desse ambiente que são consumidas e são fonte de renda para as comunidades locais. A pesca é considerada a principal atividade econômica na área do rio Tubarão.

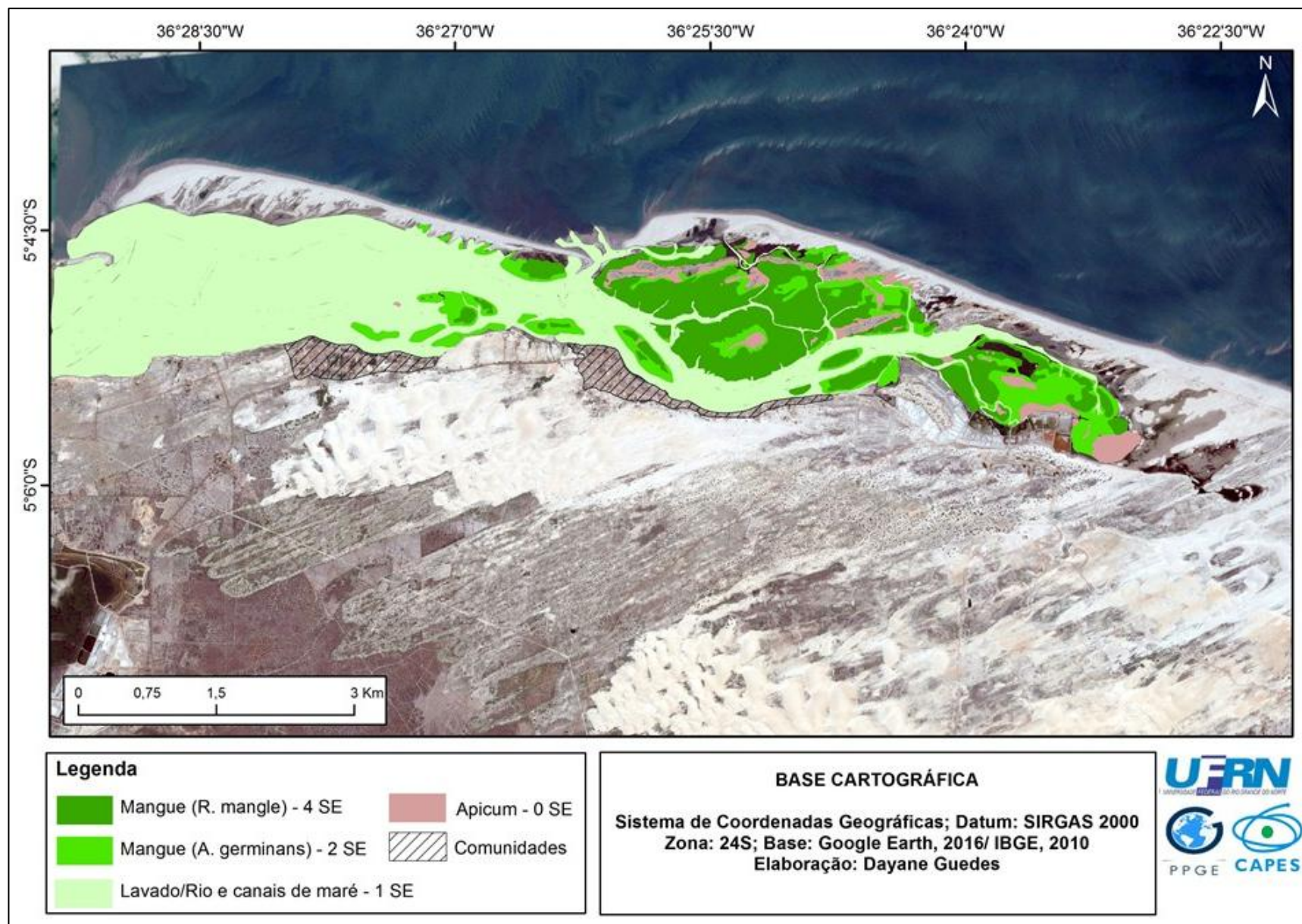
No que se refere ao potencial de prestação de serviços de provisão, a unidade apicum não apresentou SE que contribuísse para a divisão Nutrição. Isto ocorre provavelmente, devido às características ambientais de limitar o desenvolvimento vegetal e animal, diferenciando-se, desta forma, das outras unidades do manguezal. Com isso, a oferta dos serviços nessa unidade é inexistente do ponto de vista de produto nutritivo (HADLICH, et al, 2010, ALBUQUERQUE et al, 2014).

Em relação à divisão Materiais (FIGURA 46 – B), apenas o mangue com predominância de *R. mangle* é que apresenta potencial de prestar serviços ecossistêmicos, estando relacionada à madeira extraída das árvores de mangue para converter em materiais para a construção de casas de taipa, ranchos de pescadores, cercas e embarcações. O uso dessa espécie é devido à madeira ser considerada mais forte e durável. No que se refere as outras unidades geoambientais do rio Tubarão (Mangue *A. germinas*, lavado, rio e canais de maré e apicum), não foi identificada a capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos como fonte de materiais. Sendo uma fonte limitada de recursos para as comunidades locais devido à ausência de ocorrência de meio biótico para a geração do SE.

Na divisão referente à Energia (FIGURA 46 – C), foi observada uma similaridade com a divisão Materiais, na qual somente *R. mangle* apresentou potencialidade de fornecer serviços na área de estudo. A produção de fonte energética se dá através da utilização da madeira na forma de lenha, usada atualmente para fins domésticos, principalmente pelas marisqueiras para ferver os mariscos coletados. Nas outras unidades (apicum, lavado e rio e canais de maré) este tipo de serviço é limitado pela ausência de espécies características que podem fornecer serviços decorrentes de fontes de energia pelo uso das comunidades locais.

A identificação dos SE de provisão e a espacialização destes por unidade geoambiental permite afirmar, que as unidades ofertam diferentes serviços, devido às características específicas de cada unidade (FIGURA 47).

Figura 47 – Distribuição espacial da capacidade dos serviços ecossistêmicos totais de provisão do manguezal do Rio Tubarão.



Com o mapeamento os dados dos serviços ecossistêmicos totais foram classificados em quatro categorias, a partir de áreas que não apresentam capacidade de ser áreas potenciais de SE até valores mais altos que fazem menção às áreas com grande potencialidade de fornecer Serviços Ecossistêmicos às comunidades locais. Nessa perspectiva, os valores mais altos referentes a capacidade de prestação de SE são observados nas áreas que têm a unidade mangue com predominância de *R. mangle*. Devido ser a unidade que fornece mais serviços tangíveis que são utilizados diretamente pelas comunidades, num total de 4 (quatro) SE. A unidade mangue com predominância da *A. germinans* apresentou um valor considerável para a geração de SE para as comunidades, com um total de geração de 2 (dois) serviços.

Os valores de capacidade média da prestação de SE estão distribuídos principalmente nas áreas de lavado e rio e canais de maré, ambas com apenas 1 (um) SE sendo presente no ecossistema de manguezal, onde mostram um padrão espacial similar. No entanto, são áreas que fornecem as principais fontes de renda e subsistência para as comunidades. Já as áreas que apresentam nenhuma capacidade, correspondem às áreas de apicum, pois no levantamento de campo, não foi citado entre os entrevistados a geração de produtos provenientes dessas áreas.

4.3.2 Mapeamento dos serviços ecossistêmicos do rio Ceará-Mirim

Os resultados da combinação entre os dados dos serviços ecossistêmicos com as unidades geoambientais do rio Ceará-Mirim permitem analisar a dinâmica espacial da potencialidade da oferta dos SE de provisão prestados para as comunidades locais. Isto é evidenciado no mapeamento que considera toda a área de manguezal apta a fornecer algum tipo de serviço ecossistêmico, no entanto as diferentes zonas apresentam particularidades específicas em cada ambiente, o que influenciará na oferta dos SE.

Os usuários do manguezal relacionaram alguns serviços a determinadas espécies que são encontradas nas unidades geoambientais, por exemplo, a utilização da *L. racemosa* para confecção de varas para ajudar os balseiros na travessia do rio. Na literatura também é possível identificar as relações das comunidades com o manguezal. A partir dos usos identificados no manguezal do rio Ceará-Mirim, a unidade geoambiental com maior potencial em prestar serviços é o bosque de mangue, com predominância de *R. mangle* que se destacou na provisão de todas as divisões com recursos de provisão.

Em relação à divisão Nutrição (FIGURA 48 – A), todas as unidades (Mangue, *R. mangle* e *A. germinans*, Lavado, Apicum e Rio e canais de maré) apresentam potencial para geração de produtos consumidos como fonte nutritiva pelas comunidades locais. Tendo em vista que nas

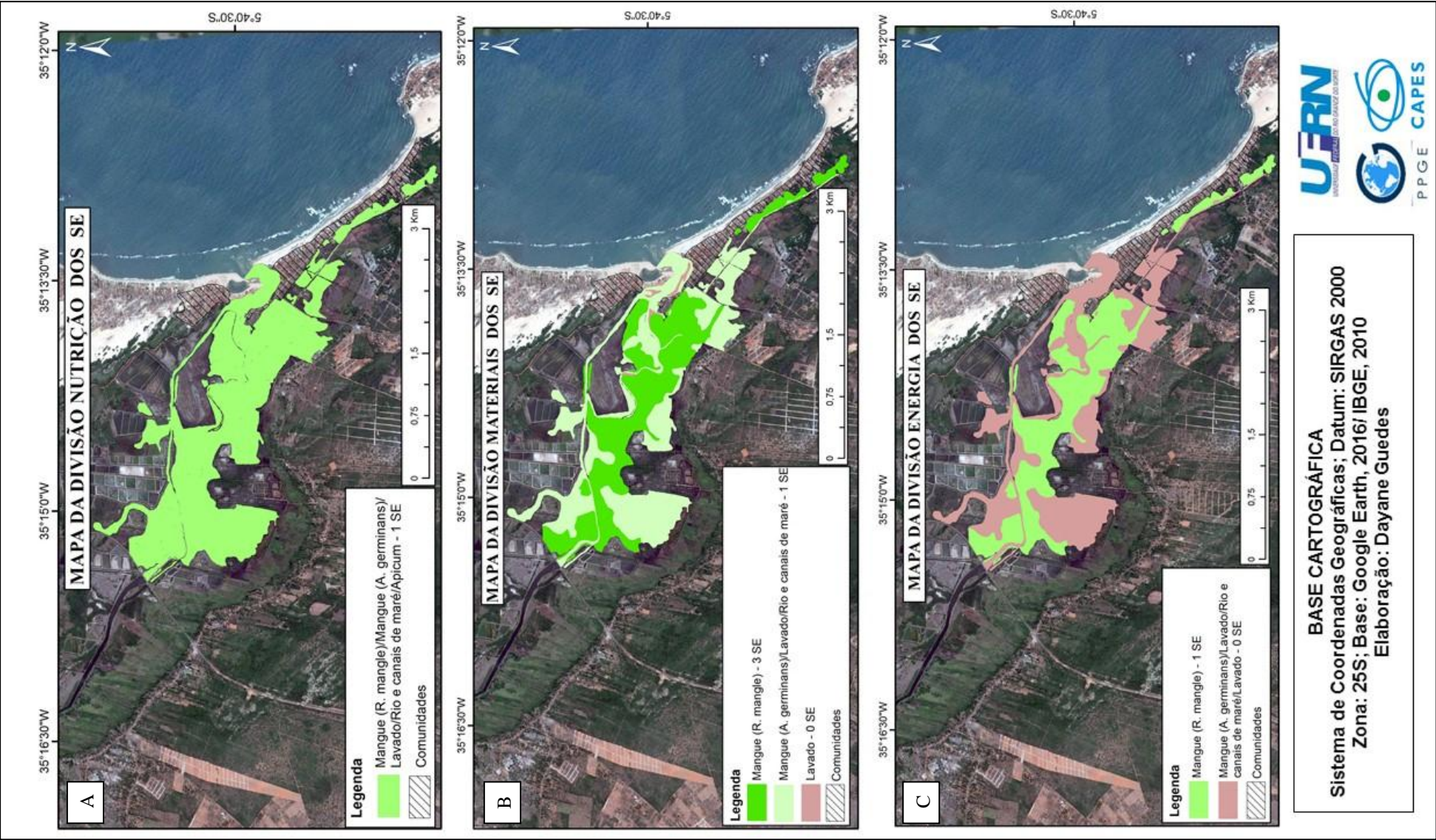
áreas onde predominam *R. mangle* e *A. germinans* ocorrem os mesmos serviços como a coleta de caranguejo que ocorre no bosque de mangue de um modo geral, porém a espécie mais coletada é *Ucides cordatus*, encontrado geralmente onde há predominância de *R. mangle*. Essa é uma prática que ocorre dentro do manguezal, entre as raízes, em diversos pontos ao longo da área.

Os serviços provenientes da unidade lavado e do rio e canais de maré estão relacionados à oferta de catação de mariscos e à pesca, respectivamente. O serviço relacionado à divisão Nutrição do rio e dos canais de maré são áreas potenciais em fornecer espécies de peixes para consumo ou venda, no total foram citadas sete espécies. No lavado também ocorre o siri, consumido pelos moradores da área, que é encontrado nos limites com os canais de maré. Com relação à unidade apicum, área é ocupada pelos tanques de carcinicultura, a espécie desenvolvida é *Litopenaeus vannamei*. Tendo em vista no que Crepani e Medeiros (2003) afirmam que os tanques de carcinicultura foram e estão sendo construídos dentro de áreas de apicum por apresentar condições favoráveis.

Na divisão Materiais (FIGURA 48 – B), a unidade mangue com predominância de *R. mangle* é que apresenta potencial de prestar Serviços Ecosistêmicos, com total de três serviços ofertados. É caracterizada pela extração de madeira para confecção de cercas, ripas e caibros. Para a confecção de varas, que são usadas nas travessias das balsas, é utilizada a espécie *L. racemosa*, que ocorre menor quantidade, não sendo possível seu mapeamento através da técnica de interpretação visual. Na área de estudo ocorre a coleta de propágulos de *R. mangle* e de *A. germinans* para recuperação de áreas degradadas no manguezal. No entanto, a espécie que está melhor atendendo ao reflorestamento é *R. mangle*. Para fins medicinais, a unidade mangue da *R. mangle* também é uma área potencial, já que possui propriedades que são utilizadas para chá cicatrizante e anti-inflamatório.

As outras unidades geoambientais do rio Ceará-Mirim (lavado, rio e canais de maré e apicum), fornecem apenas um Serviço Ecosistêmico. A unidade apicum apresenta a provisão de coleta de iscas para serem utilizadas na pesca em alto mar pelas comunidades, através da catação do chama-maré (*Uca* spp.). Com relação ao rio e os canais de maré é evidenciada a captação da água de superfície não potável do estuário para o preenchimento dos tanques de camarão, sendo um importante recurso utilizado pelos empreendimentos de carcinicultura. A unidade lavado não apresenta nenhum potencial quando se refere aos SE de provisão na divisão materiais, posto que são áreas utilizadas para fins nutritivos.

Figura 48 – Mapa de distribuição das divisões dos serviços ecossistêmicos do rio Ceará-Mirim: A – Nutrição; B – Materiais; C – Energia



Na divisão Energia (FIGURA 48 – C), referente à utilização de biomassa para produção de fonte energética, a única unidade ambiental do manguezal que oferta esse serviço é o mangue, com predominância de *R. mangle*, com o uso da madeira na forma de lenha, utilizado atualmente para fins domésticos, principalmente pelas pessoas de menor renda da comunidade. O mangue vermelho é o mais usado devido ser considerado um bom combustível por fornecer uma queima lenta, sem fumaça e com alto poder calorífico (BANDARANAYKE, 1998).

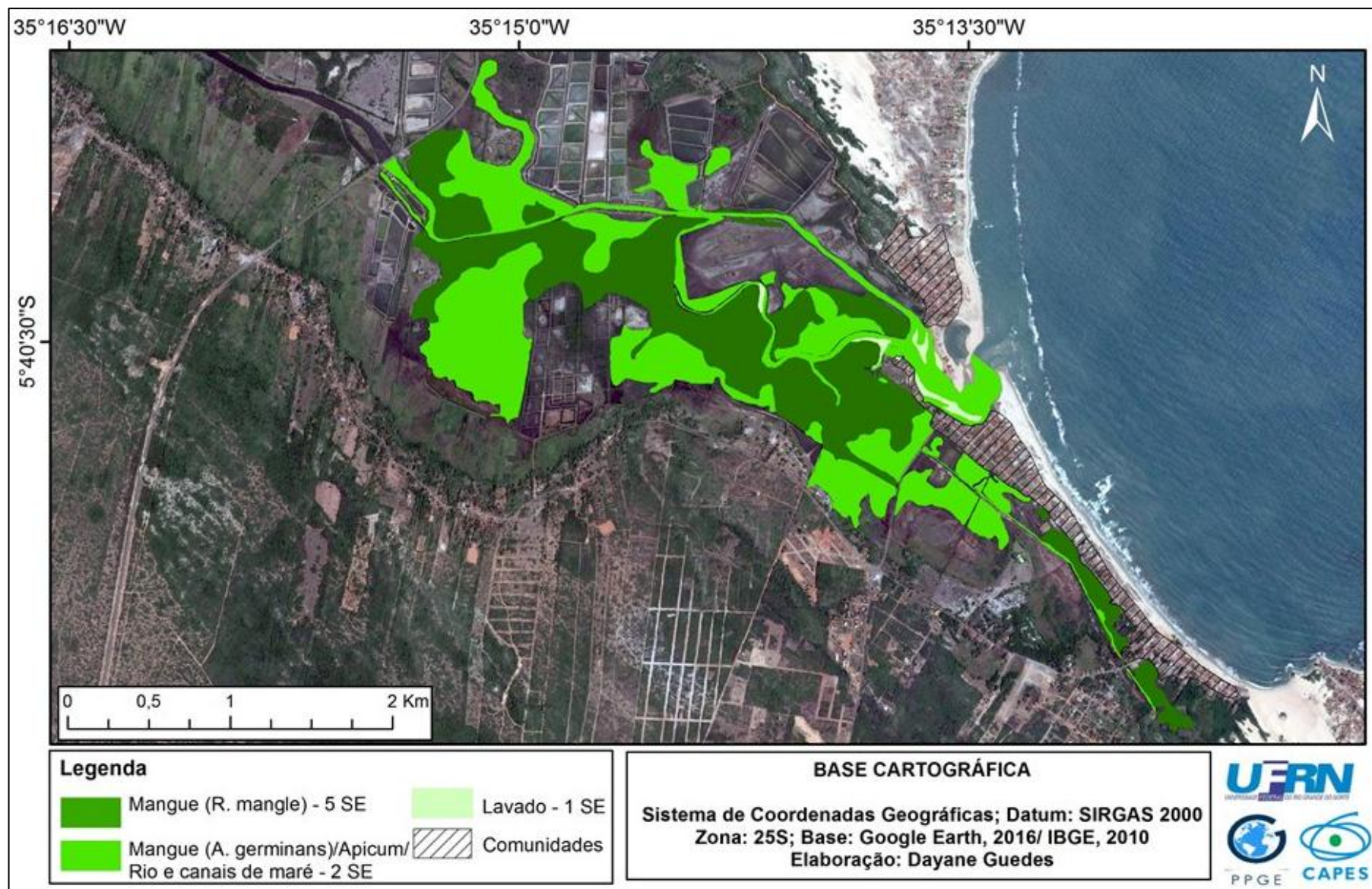
Na divisão referente à Energia é observado que nas outras unidades geoambientais (apicum, lavado e rio e canais de maré) este tipo de serviço é limitado pela ausência de espécies características que pode fornecer serviços decorrentes de fonte de Energia e não foi identificado na literatura, nenhum outro serviço potencial para áreas correspondentes a estas unidades.

O mapeamento dos SE, a partir das categorias estabelecidas pela CICES puderam ser aplicadas de forma individual e forneceram base para a análise. Dessa forma a espacialização permitiu observar que as unidades ofertam diferentes serviços, devido às características específicas (FIGURA 49).

Os Serviços Ecossistêmicos de provisão do rio Ceará-Mirim são diversos e fornecidos pelas unidades geoambientais, representar como se distribuem espacialmente. A partir dos serviços identificados, a unidade geoambiental potencial de maior prestação de serviços foi o bosque de mangue, principalmente, com a predominância de *R. mangle*, que se destacou na provisão de materiais e de recursos nutritivos. O mapeamento dos Serviços Ecossistêmicos totais foram classificados em três categorias, contendo áreas que com capacidade média de ser áreas potenciais de SE até valores mais altos que denotam áreas com grande potencialidade de prover SE.

A unidade mangue com predominância de *R. mangle* apresenta os valores mais altos referentes à capacidade de prestação de SE, devido ser a unidade que fornece mais serviços tangíveis que são utilizados diretamente pelas comunidades, num total de cinco. As unidades que apresentaram um total de geração de dois serviços, são a unidade mangue com predominância de *A. germinans*, apicum, rio e canais de maré, que proporcionam geração de SE para as comunidades. Os valores de baixa capacidade da prestação de SE estão distribuídos, principalmente, nas áreas da unidade de lavado com apenas um serviço. No entanto, são áreas que fornecem uma das principais fontes de renda e subsistência para as comunidades, a catação de búzios.

Figura 49 – Distribuição espacial da capacidade dos serviços ecossistêmicos de provisão do manguezal do Rio Ceará-Mirim.



A partir desse estudo, observou-se que a capacidade dos SE variou entre as unidades geoambientais. O manguezal apresentou diversos serviços o que permite indicar que os compartimentos são áreas potenciais de oferta de SE. Essas informações espacializadas fornecem suporte para gestão do manguezal, considerando as potencialidades e fragilidades das unidades geoambientais.

4.4 Análise comparativa entre os Serviços Ecossistêmicos dos rios Tubarão e Ceará-Mirim

Para fins de organização desta etapa da pesquisa, foi elaborado o Quadro 09 que representa as semelhanças e diferenças nas áreas de estudo, visando sintetizar os resultados obtidos na pesquisa. Com base nas características e peculiaridades das áreas, foram feitas comparações qualitativas baseadas na ausência ou presença de características.

Quadro 09 – Resumo das semelhanças e diferenças entre as áreas em estudo.

SEMELHANÇAS	
RIO TUBARÃO	RIO CEARÁ-MIRIM
Apresenta as mesmas unidades geoambientais	
Zonação das espécies nas unidades de mangue	
A espécie de peixe mais citado é a tainha (<i>Mugil curema</i>)	
Utilização da madeira para construção civil e para lenha	
A unidade <i>R. mangle</i> tem mais capacidade de fornecer SE	
DIFERENÇAS	
RIO TUBARÃO	RIO CEARÁ-MIRIM
Clima semiárido	Clima subúmido
Apresenta quatro SE no total	Apresenta sete SE no total
Serviços utilizados pelas comunidades locais	Pessoas de outras localidades usufruem dos SE
A unidade apicum não apresentou SE	Todas as unidades têm potencial de prestação de SE
Total de oito peixes citados	Total de sete peixes citados
Total de cinco crustáceos citados	Total de três crustáceos citados

Fonte – Elaborado por Dayane Raquel da Cruz Guedes.

As duas áreas são caracterizadas pela ocorrência das mesmas unidades geoambientais, que no processo de interpretação visual das imagens foi possível distinguir cada unidade do manguezal do rio Tubarão e do rio Ceará-Mirim. As unidades mapeadas foram mangue (*Rhizophora mangle*), mangue (*Avicennia germinans*), lavado, apicum e rio e canais de maré.

Cada unidade geoambiental mapeada apresentou diferentes aspectos de cor, textura e forma nas imagens de satélite o que se tornou fácil a vetorização.

Outro aspecto similar entre as duas áreas é em relação às unidades referentes ao mangue, onde apresenta característica de zonação. Na ordem das bordas para o interior dos bosques, a borda é predominantemente constituída de *R. mangle*, ocorrendo em toda zona de inframaré, por apresentar raízes aéreas que contribuem para suportar as oscilações de maré. As outras espécies não apresentam estruturas capazes de se estabelecer em frente a bosques de *R. mangle*. Logo, em ambas as áreas a unidade mangue com predominância de *A. germinans* é encontrada principalmente no interior do bosque, pois as espécies desse gênero, geralmente, são encontradas em áreas mais elevadas e são intolerantes a inundações mais frequentes, mas suportam quantidade elevada de salinidade.

Quando se compara os serviços ofertados nas áreas, uma das características semelhantes é a provisão da espécie da tainha (*M. curema*) sendo o peixe mais citado entre os entrevistados. Nos relatos foi afirmado que é o peixe de maior representatividade no valor comercial e o mais abundante, disponível o ano inteiro nos rios e nos canais de maré.

Outro serviço fornecido no rio Tubarão e no rio Ceará-Mirim é a extração da madeira, tanto para fins de construção civil quanto para fins energéticos. A madeira extraída do mangue é utilizada na construção de casas para o telhado, em forma de caibro e como cercas. No que se refere à fonte de energia, a madeira é utilizada como lenha, principalmente de *R. mangle* pelo seu elevado potencial calorífico e geração de pouca fumaça.

No decorrer da análise dos dados do mapeamento dos SE, foi possível identificar que a unidade que apresenta maior capacidade de fornecimento de Serviços Ecossistêmicos é a unidade geoambiental mangue com predominância de *R. mangle*. Este fato se justifica pela utilização das pessoas para diversos recursos de provisão, desde o uso da folha para a complementação da alimentação do gado, a casca para fins medicinais, e é entre as raízes o ambiente onde ocorre a extração do caranguejo-uçá (*U. cordatus*) e do sururu (*M. guyanensis*).

Embora as áreas em estudo apresentem aspectos e prestação de serviços semelhantes, os resultados da pesquisa apontaram diferenças entre ambos. A discussão acerca das distinções é evidenciada pelo condicionante clima, que é um fator que determina o grau de desenvolvimento do ecossistema, que pode possuir porte dos bosques mais arbóreo ou mais arbustivo.

Como dito no subcapítulo 2.1.2, sobre a influência das condições físicas nos ambientes de manguezal, é válido mencionar que em clima semiárido, onde está localizado o rio Tubarão, o manguezal é situado em ambiente com características hipersalinas e no litoral oriental, que

compreende o rio Ceará-Mirim apresenta características de estuário positivo. Esses aspectos influenciam o porte da vegetação. No litoral setentrional do estado o ecossistema compreende pequenas áreas e no litoral oriental os manguezais apresentam em maiores extensões e porte mais desenvolvido.

A partir dos resultados referentes aos Serviços Ecossistêmicos, constatou-se que as áreas apresentaram uma divergência na questão da totalidade do uso do manguezal como fonte de provisão na prestação de serviços. O rio Tubarão apresentou o fornecimento de quatro serviços de provisão, sendo a pesca, a mariscagem e a catação de caranguejo e siri, as práticas mais importantes como fontes de renda e subsistência das comunidades. O rio Ceará-Mirim apresentou um total de sete SE que são fornecidos pelo ecossistema, o uso mais evidente é a prática da pesca, onde a maioria dos entrevistados foram os pescadores.

Essa disparidade ocorre porque alguns SE dispostos em uma área não ocorrem na outra, como por exemplo, no rio Ceará-Mirim ocorre a utilização da casca do mangue para fins medicinais, já no rio Tubarão, foi dito que os moradores preferem utilizar os medicamentos ofertados nas farmácias pela facilidade de acesso. Outro SE diferenciado é a catação do camarão (*Uca sp*) para ser utilizado como isca em pesca de alto mar no rio Ceará-Mirim, essa prática não foi relatada no rio Tubarão.

Embora no rio Tubarão os Serviços Ecossistêmicos dispostos na área serem um recurso extraído pelas comunidades locais, que são os principais beneficiários para a geração de renda e base de subsistência. No rio Ceará-Mirim, não são somente as pessoas das comunidades locais que se beneficiam dos SE, mas ocorre a frequência de pessoas de outras localidades, para retirar seu sustento ou até mesmo como lazer, que é o caso da pesca.

Com relação à pesca, os peixes apresentaram similaridade referente a tainha (*M. curema*), carapeba (*E. brasiliensis*), camurim ou robalo (*C. undecimalis*), saúna (*M. liza* Valenciennes) e carapicú (*Eucinostomus sp.*). Entre os peixes citados que não foram encontrados em ambas as áreas são o dentão (*L. jocu*), vermelho (*L. synagris*), salema (*A. rhomboidalis*) e agulhão zambaia (*S. marina*), todos encontrados no rio Tubarão. Já na outra área em estudo, foram citados o baiacu (*Chilomycterus ssp.*) e o bagre (*Ariidae sp*).

Observou-se a exploração de cinco espécies de crustáceos no rio Tubarão, como fonte de Serviços Ecossistêmicos fornecidos pelo lavado e mangue, que são caranguejo-uçá (*U. cordatus*), guaiamum (*C. guanhumi*), siri azul (*C. danae*), siri-lodo (*Callinectes sp.*), aratu (*G. cruentata*). No rio Ceará-Mirim ocorre a presença de três crustáceos como fonte de renda. As espécies comercializadas são o caranguejo uçá (*U. cordatus*) e guaiamum (*C. guanhumi*) e siri azul (*C. danae*).

Em ambas as áreas em estudo vem ocorrendo uma mudança na paisagem que pode vir interferir na oferta dos Serviços Ecossistêmicos. No caso do rio Tubarão vem ocorrendo a supressão do manguezal, já no rio Ceará-Mirim ocorre o contrário, o crescimento do ecossistema. Nesse sentido, as informações levantadas e descritas são importantes para integrar a pesquisa, posto que são importantes para identificar as áreas mais vulneráveis as intervenções antrópicas e as perdas e os ganhos na oferta de Serviços Ecossistêmicos. Contribuindo com o gerenciamento dos SE para não gerar impactos negativos ao bem-estar humano.

A partir da discussão que foi desenvolvida no decorrer deste subcapítulo, é notória a relevância da comparação entre as áreas em estudo. Tendo em vista que são dois ecossistemas que estão localizados em ambiente de clima diferente e os usos no ecossistema é diverso o que influencia na geração e oferta dos SE. É válido mencionar que a delimitação e caracterização das unidades geoambientais foram importantes para aprofundar nas discussões sobre os Serviços Ecossistêmicos. Através da contribuição da ciência geográfica, essa discussão teve o intuito de compreender a relação entre as unidades geoambientais e a oferta dos Serviços Ecossistêmicos em ambas as áreas.

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS



Fonte – Giglioli. E. (2004)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos com a abordagem dos Serviços Ecossistêmicos em manguezal na Geografia, viabiliza compreender a análise integrada dos diferentes ambientes. Através da compartimentação das unidades geoambientais foi possível entender a relação entre os sistemas naturais e humanos para auxiliar na discussão dos serviços e verificar áreas potenciais de recurso produtivo em cada unidade, considerando suas especificidades.

Com base nas análises e discussões feitas no desdobrar da pesquisa é possível considerar aspectos na relação da abordagem trabalhada, na qual os Serviços Ecossistêmicos auxiliaram na compreensão das unidades geoambientais nas áreas de manguezal do rio Tubarão e rio Ceará-Mirim.

A compartimentação do manguezal em unidades geoambientais forneceu subsídios para analisar as especificidades das interações dos elementos bióticos e abióticos, limitando ou potencializando a oferta de um determinado serviço, em ambas as áreas em estudo. Essa correlação da abordagem dos SE com a ciência geográfica contribuiu significativamente para extrair informações relativas a cada unidade.

Diante disso, a compartimentação do ecossistema manguezal em unidades geoambientais é eficiente ao auxiliar na distinção dos serviços nos diferentes ambientes. Em ambas as áreas foram mapeadas suas unidades geoambientais e os resultados apresentaram a espacialização de lavado, mangue e apicum, somado a presença de corpo hídrico fluvial e canais de maré, sendo estes considerados no mapeamento enquanto integrantes do manguezal. Esta inclusão mostrou ser importante, pois apresenta relevância para o funcionamento do ecossistema e consequentemente para o fornecimento de serviços de provisão. E são os locais onde ocorrem a retirada da maior parte dos recursos para consumo e comercialização das áreas, a pesca. Esta etapa também forneceu subsídios para a compreensão dos serviços prestados por cada unidade geoambiental, através dos processos e interações que nelas ocorrem.

A partir da identificação e caracterização dos Serviços Ecossistêmicos prestados pelo manguezal, foi possível ressaltar a importância da classificação da CICES (*The Common International Classification of Ecosystem Services*), a qual colaborou para a classificação de forma direta, pois a metodologia possibilita adaptações necessárias para a realidade de ecossistema nas áreas em estudo, mostrando resultados satisfatórios.

Os dados levantados, preliminarmente, sobre os serviços de provisão, mostraram resultados que convergem com as informações disponíveis e obtidas através deste trabalho, que se tornam essenciais para gestão dos ecossistemas. Uma questão importante para se deter sobre

a identificação e classificação, e no ato da contagem dos serviços para que não ocorra a dupla contagem. Cabe ao pesquisador identificar as interdependências entre funções e Serviços Ecosistêmicos.

Dessa forma, as áreas em análise apresentaram diferença no total dos serviços fornecidos pelo manguezal como fonte de provisão. No rio Tubarão observou-se o fornecimento de quatro serviços enquanto que no rio Ceará-Mirim verificou-se um total de sete SE. Neste caso, o rio Tubarão apresentou a pesca, a mariscagem e a catação de caranguejo e siri, como práticas mais importantes como fontes de renda e subsistência das comunidades. O rio Ceará-Mirim apresentou usos mais evidentes na prática da pesca, no entanto existe a retirada da madeira para diversas finalidades, assim como, a ocupação da área de manguezal para instalação de empresas de carcinicultura.

Como visto no decorrer da pesquisa, existem diversas técnicas para realizar o mapeamento dos Serviços Ecosistêmicos, no entanto, para essa pesquisa, a metodologia utilizada se adequou à realidade das áreas em estudo. Assim, buscou-se a unificação da abordagem do SE com a compartimentação das unidades geoambientais que se fez necessária para a espacialização dos serviços. Uma vez aplicada a metodologia, permitiu espacializar e identificar as unidades potenciais em prestação de serviços representadas por unidade geoambiental no manguezal. Isto corrobora para comprovar que os serviços se distribuem espacialmente ao longo de cada unidade geoambiental do manguezal, consequentemente, reitera a grande potencialidade de geração de serviços de cada uma das áreas.

Tendo em vista a importância de comparar as áreas em estudo, a pesquisa forneceu subsídios para compreender como dois ecossistemas que estão localizados em ambiente de clima diferenciado apresentam serviços quase idênticos, mas com usos distintos, o que influencia na geração e oferta dos SE.

Acredita-se que os resultados adquiridos nesta pesquisa sirvam de apoio para outros estudos que tenham como interesse estudar a abordagem dos Serviços Ecosistêmicos, aplicando em qualquer ecossistema. No entanto, é válido salientar que são precisos estudos em outras áreas do Rio Grande do Norte para aprofundar os conhecimentos acerca da dinâmica do ecossistema de manguezal para a geração da oferta de SE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Fonte – Giglioli. E. (2004)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. G. B. M.; FERREIRA, T. O.; CABRAL, R. L.; NÓBREGA, G. N.; ROMERO, R. E.; MEIRELES, A. J. A.; OTERO, X. L. Hypersaline tidal flats (apicum ecosystems): the weak link in the tropical wetlands chain. **Environ. Rev.**, v. 22, n. 2, p. 99-109, 2014.

ALCAMO J. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. **Millennium Ecosystem Assessment**. Washington: Island Press, 2003, 266p.

ALMEIDA, F. F. M.; HASSUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. Anais. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, **Anais...** Campina Grande, p. 363-391, 1977.

ALONGI, D. M. Present state and future of the world's mangrove forests. **Environmental Conservation**, v. 29, n. 03, p. 331-349, 2002.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 06, p. 711-728, 2013.

ANDRADE, D. C. **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica**. Tese (Doutorado). Programa de Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

ANDRADE, D.; ROMEIRO, A. **Capital natural, serviços ecossistêmicos, e sistemas econômicos**: rumo a uma economia dos ecossistemas. Texto para discussão: I/E Unicamp, n. 159, 2009.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência**: filosofia e prática da pesquisa. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006, 209 p.

ATKINSON, S. C.; JUPITER, S. D.; ADAM, V. M.; INGRA, J. C.; NARAYAN, S.; KLEIN, C. J.; POSSINGHAM, H. P. Prioritizing Mangrove Ecosystem Services Results in Spatially Variable Management Priorities. **PLoS ONE**, v. 11, n. 3, p. 01-21, 2016.

BANDARANAYAKE, W. M. Traditional and medicinal uses of mangroves. **Mangroves and Salt Marshes**, v. 2, n. 3, 133-148. 1998.

BARBIER, E. B.; HACKER, S. D.; KENNEDY, C.; KOCH, E. W.; STIER, A. C.; SILLIMAN, B. R. The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological Monographs**. v. 81, n. 2, p. 169-193, 2011.

BARÓ, F.; PALOMO, I.; ZULIAN, G.; VIZCAINO, P.; HAASE, D.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E. Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: a case study in the Barcelona metropolitan region. **Land Use Policy**, v. 57, p. 405-417, 2016.

BASTIAN, O.; GRUNEWALD, K.; KHORSHEV, A. V. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. **Landscape Ecology**, v. 30, n. 7, p. 1145-1164, 2015.

BATEMAN, I. J.; MACE, G. M.; FEZZI, C.; ATKINSON, G.; TURNER, K. Economic analysis for ecosystem service assessments. **Environmental and Resource Economics**, v. 48, n. 2, 177-218, 2011.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 13, p. 1-27, 1971.

BONILLA, D. A. T.; QUEIROZ, L. S.; MEIRELES, A. J. Serviços ecossistêmicos ou ambientais? implicações na Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 298-316, 2016.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics**, v. 63, n. 3, p. 616-626, 2007.

BUNT, J. S. Overlap in mangrove species zonal patterns: some methods of analysis. **Mangroves and Salt Marshes**, v. 3, p. 155-164, 1999.

BURKHARD, B.; KANDZIORA, M.; HOU, Y.; MÜLLER, F. Ecosystem service potentials, flows and demands e concepts for spatial localization, indication and quantification. **Landscape Online**, v. 34, n. 1, p. 1-32, 2014.

_____; KROLL, F.; NEDKOV, S.; MÜLLER, F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 17-29, 2012.

_____; KROLL, F.; MULLER, F.; WINDHORST, W. Landscapes Capacities to Provide Ecosystem Services: a Concept for Land Cover Based Assessments. **Landscape Online**, v. 15, p. 1-22, 2009.

_____; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. 374 p.

CASTELLANI, R.; PETTA, R. A.; FERNANDES, R. C.; DUARTE, C. R.; ARAÚJO, L. P. Mapeamento geoambiental do estuário do rio Ceará-Mirim, com base em imagens de alta resolução do satélite IKONOS II. Anais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis. **Anais...** p. 21-26, 2007.

CHAVES, M. S.; VITAL, H.; SILVEIRA, I. M. Beach Morphodynamic of the Serra Oil Field, Northeastern Brazil. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 39, p. 594-597, 2006

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1999, 256 p.

COELHO-JÚNIOR, C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; MENGHINI, R. P.; ALMEIDA, R. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os Manguezais brasileiros. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (Org.). **Código Florestal e a Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber**. Brasília: Comitê Brasil, p. 18-27, 2012.

COMMON INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF ECOSYSTEM SERVICES (CICES). **Paper prepared for discussion at the expert meeting on ecosystem accounts organized by the UNSD, the EEA and the World Bank, London, 2011.** Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaLES/egm/Issue8a.pdf>>. Acesso em: jul. 2016.

COSTA, B. C. P. **Avaliação ambiental de manguezais adjacentes aos campos petrolíferos de Macau e Serra RN, como subsídio às medidas mitigadoras ao processo erosivo.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia do Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

COSTA, D. F. S. Bens e Serviços Ecossistêmicos prestados por Áreas Úmidas Costeiras. Anais. In: XII Encontro Nacional da ANPEGE, Porto Alegre – RS. **Anais...** 2017, p. 1417-1431.

_____; ROCHA, R. M.; CESTARO, L. A. Análise Fitoecológica e Zonação de Manguezal em Estuário Hipersalino. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 119-126, 2014.

COSTA, O. R. **Zoneamento Ecológico-econômico da bacia hidrográfica do Ceará-Mirim/RN.** 2005. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

COSTANZA, R. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. **Biological Conservation**, v. 141, p. 350-352, 2007.

_____; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUT-TON, P.; VAN DEN CORREIA, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

_____; DE GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; FARBER, S.; GRASSO, M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1-16, 2017.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de. Carcinicultura em apicum no litoral do Piauí: uma análise com sensoriamento remoto e geoprocessamento. Anais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte. **Anais...** 2003. p 1541-1548.

CROSSMAN, N. D.; BURKHARD, B.; NEDKOV, S.; WILLEMEN, L.; PETZ, K.; PALOMO, I.; DRAKOU, E. G.; MARTÍN-LOPEZ, B.; MCPHEARSON, T.; BOYANOVA, K.; ALKEMADE, R.; EGOH, B.; DUNBAR, M. B.; MAES, J. A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 4, p. 4-14, 2013.

DAILY, G. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystem.** Washington: Island Press, 1997, 350 p.

DANTAS, S. T. P. L.; AMARO, V. E. Caracterização físico-química e avaliação das concentrações de elementos maiores e traços em sedimentos areno-lamosos do estuário de Diogo Lopes, litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista de Geologia**, v. 25, n. 2, p. 101 - 114, 2012.

DAWES, C. Mangrove structure, litter and macroalgal productivity in a northern-most forest of Florida. **Mangroves and Salt Marshes**, v. 03, n. 04, p. 259–267, 1999.

DAY J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1989, 558 p.

DE GROOT, R.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

_____; ALKEMADE, R.; BRAAT, L.; HEIN, L.; WILLEMEN, L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v.7, n. 3, p. 260–272, 2010.

DEBENAY, J. P.; PAGÈS, J.; DIOUL, P. S. Ecological zonation of the hypersaline estuary of the Casamance River (Senegal): Foraminifera, zooplankton and abiotic variables. **Hydrobiologia**. v. 174, n. 2, p. 161-176, 1989.

DIAS, T. L. P. **Os peixes, a pesca e os pescadores a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Macau-Guamaré/RN), Brasil**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2006.

DIAS, T. L. P.; ROSA, R. S.; DAMASCENO, L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, v. 1, n. 1, p. 25-35, 2007.

DINIZ FILHO, J. B. **Recursos hídricos subterrâneos no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ceará Mirim/RN**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, 1999.

DINIZ, M. T. M. Contribuições ao ensino do método hipotético-dedutivo a estudantes de Geografia. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 19, n. 2, p. 107-111, 2015.

DUKE, N. C.; BALL, M. C.; ELLISON, J. C. Factors influencing in mangroves biodiversity and distributional gradients. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v. 7, n. 1, p. 27-47. 1998.

DUKE, N. C.; MEYNECKE, J.; DITTMANN, A. M.; ELLISON, A. M.; ANGER, K.; BERGER, U.; CANNICCI, S.; DIELE, K.; EWEL, K. C.; FIELD, C. D.; KOEDAM, N.; LEE, S.Y.; MARCHAND, C.; NORDHAUS, I.; DAHDOUN-GUEBAS, F. A world without mangroves? **Science**, v. 317, n. 5834, p. 41-42, 2007.

DUNCAN, C.; PRIMAVERA, J. H.; PETTORELLI, N.; THOMPSON, J. R.; LOMA, R. J. A.; KOLDEWEY, H. J. Rehabilitating mangrove ecosystem services: A case study on the relative benefits of abandoned pond reversion from Panay Island, Philippines. **Marine Pollution Bulletin**. v. 109, n. 2, p. 772-782, 2016.

EGOH, B.; REYERS, B.; ROUGET, M.; RICHARDSON, D.M.; LE MAITRE, D.C.; VAN JAARSVELD, A.S. Mapping ecosystem services for planning and management. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 127, n. 2, p. 135–140, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

EWEL, K. C.; TWILLEY, R. R.; ONG, J. E. Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. **Global Ecology and Biogeography Letter**. v. 7, n.1, p. 83-94, 1998.

FALCÃO, M. G. A **Ictiofauna em planícies de maré nas baías das Laranjeiras e de Paranaguá, Paraná**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas-Área Zoologia, Universidade Federal do Paraná, 2005.

FISHER, B.; TURNER, R. K. Ecosystem Services: classification for valuation. **Biological Conservation**, v.141, n.8, p. 1167–1169, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, 128 p.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. Estudos climáticos nas escalas inferiores do clima: manguezais da Barra do Rio Ribeira, Iguape, SP. **Mercator**, v. 9, n. 1, p. 25-38, 2010.

GJORUP, A. F.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. **Revista Ambiente & Água** v. 11 n. 1, p. 225 -238, 2016.

GOMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R. Natural capital and ecosystem services: the ecological foundation of human society. In: HESTER, R.E, HARRISON, R.M., (orgs). **Ecosystem Service**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2010, 192 p.

GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J.; MCKEE, W. A.; CUMMINS, K. W. An Ecosystem Perspective of Riparian Zones: focus on links between land and water. **BioScience**, v. 41, n. 8, p. 540-551, 1991.

GUEDES, D. R. C.; SANTOS, N. M.; CESTARO, L. A. Planícies flúvio-marinha do Rio Grande do Norte: uma abordagem geossistêmica. **Revista de Geociências do Nordeste**. v.2. Número Especial, p. 821-831, 2016.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; CELINO, J. J. Apicuns na Baía de Todos os Santos, Bahia: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química. In: QUEIROZ, A. F.; CELINO, J. J. (Orgs.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos**: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2008. p. 59-72.

HAINES-YOUNG R. H.; POTSCHIN, M. **Proposal for a common international classification of ecosystem goods and services (CICES) for integrated environmental and economic accounting**. European Environment Agency. Ney York, 2010, 23 p.

_____; POTSCHIN, M.B. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. **Progress in Physical Geography**, v. 35, n. 5, p. 575–594, 2011.

_____; **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012**. European Environment Agency Framework Contract No EEA/IEA/09/003. 2013. 34p.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. **Macau**. Informativo Municipal, 1999.

_____. **Relatório Técnico para o Plano de Manejo da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão**. Documento interno, 2008.

JACOBS, S.; BURKHARD, B.; VAN DAELE, T.; STAES, J.; SCHNEIDERS, A. The matrix reloaded: a review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. **Ecological Modelling**, v. 295, p. 21-30, 2015.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

KANDZIORA, M.; BURKHARD, B.; MÜLLER, F. Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators: a theoretical matrix exercise. **Ecological Indicators**, v. 28, p. 54-78, 2013.

_____; DÖRNHÖFER, K.; OPPELT, N.; MÜLLER, F. Detecting Land Use and Land Cover Changes in Northern German Agricultural Landscapes to Assess Ecosystem Service Dynamics. **Landscape Online**, v. 35, p. 1-24, 2014.

KJERFVE, B.; LACERDA, L. D.; DIOP, E. H. S. **Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa**. Paris: UNESCO, 1997, 349 p.

LA NOTTE, A.; MAES, J.; GRIZZETTI, B.; BOURAOUI, F.; ZULIAN, G. Spatially explicit monetary valuation of water purification services in the Mediterranean bio- geographical region. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 8, n. 1, p. 26-34, 2012.

_____; LIQUETE, C.; GRIZZETTI, B.; MAES, J.; EGOH, B.; PARACCHINI, M. L. An ecological-economic approach to the valuation of ecosystem services to support biodiversity policy. A case study for nitrogen retention by Mediterranean rivers and lakes. **Ecological Indicators**, v. 48, p. 292–302, 2015.

LACERDA, L. D.; MARIS, R. V. River damming and changes in mangrove distribution. **GLOMIS Electronic Journal**, v. 02, n. 01, 2002.

LIANG, S.; ZHOU, R. C.; DONG, S. S.; SHI, S. H. Adaptation to salinity in mangroves: Implication on the evolution of salt-tolerance. **Chinese Science Bulletin**, v. 53, n. 11, p. 1708-1715, 2008.

LIMA, P. G. **Uma prática de educação ambiental para alunos do 3º grau no manguezal do rio Ceará-Mirim/Extremoz**. Dissertação (Mestrado). Programa Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

LIMBURG, K. E.; FOLKE, C. The ecology of ecosystem services: introduction to the special issue. **Ecological Economics**, v. 29, n. 2, p. 179–182, 1999.

LUGO, A. E. Mangrove ecosystems: successional or steady state. **Biotropica**, v. 12, n. 02, p. 65-72, 1980.

MACEDO, Y. SILVA, E.; OLIVEIRA, V.; JÚNIOR, J.; MEDEIROS, S.; COSTA, D.; CESTARO, L. Serviços ambientais das unidades geoambientais no município de São Miguel do Gostoso/RN, Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n 12, p. 205-229, 2017.

MAES, J.; CROSSMAN, N. D.; BURKHARD, B. Mapping ecosystem services. In: POTSCHIN, M.; HAINES-YOUNG, R.; FISH, R.; TURNER, R. K. (org.) **Routledge Handbook of Ecosystem Services**. London: Routledge. 2016, 146p.

MALIK, A.; FENSHOLT, R.; MERTZ, O. Mangrove exploitation effects on biodiversity and ecosystem services. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 14, p. 3543-3557, 2015.

MALINGA, R.; GORDON, L. J.; JEWITT, G.; LINDBORG, R. Mapping ecosystem services across scales and continents. **Ecosystem Services**. v. 13, p. 57–63, 2015.

MAMERI, S. F. **Comunidades Tradicionais em Áreas Protegidas: convergências e lacunas da Política Urbana e Ambiental na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão/RN**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

MARTA-PEDROSO C.; LAPORTA L.; PROENÇA V.; AZEVEDO J. C.; DOMINGOS T. Changes in the ecosystem services provided by forests and their economic valuation: a review. In: Azevedo J.C. et al. (eds.), **Forest Landscapes and Global Change – Challenges for Research and Management**. New York: Springer Science Business Media, 2014, 107-137p.

MARTÍNEZ-HARMS, M.J., BALVANERA, P. Methods for mapping ecosystem service supply: a review. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2012.

MATTOS, P. P.; KONIG, A.; FREIRE, F. A. M.; ALOUFA, M. A. I. Etnoconhecimento e percepção dos povos pesqueiros da Reserva Ponta do Tubarão acerca do ecossistema manguezal. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 4, n. 10, p. 481-489, 2012.

MEDEIROS, A. M. A.; BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, P. R.; ROCHA, R. M.; SILVA, L. F. Salinity and freshwater discharge determine rotifer distribution at the Mossoró River Estuary (Semiarid Region of Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v.70, n. 3, p. 551-557, 2010.

MEIRELES, A. J. A.; CASSOLA, R. S.; TUPINAMBÁ, S. V.; QUEIROZ, L. S. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. **Mercator**, v. 06, n.12, p. 83-106, 2007.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystem and human well-being: a framework for assessment**. Washington: Island Press, 2003, 245 p.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 210 p.

NAGELKERKEN, I.; BLABER, S. J. M.; BOUILLON, S.; GREEN P.; HAYWOOD, M. F.; KIRTON, L. G.; MEYNECKE, J. O.; PAWLIK, J.; PENROSE, H. M.; SASEKUMAR, A.; SOMERFIELD, P. J. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. **Aquatic Botany**, v. 89, n. 2, p. 155-185, 2008.

NAIDOO, R.; BALMFORD, A.; COSTANZA, R.; FISHER, B.; GREEN, R. E.; LEHNER, B.; MALCOLM, T. R.; RICKETTS, T. H. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n.28, p. 9495–9500, 2008.

NEDKOV, S.; BURKHARD, B. Flood regulating ecosystem services: mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 67-79, 2012.

NELSON, E.; MENDOZA, G.; REGETZ, J.; POLASKY, S.; TALLIS, H.; CAMERON, D. R.; CHAN, K. M. A.; DAILY, G. C.; GOLDSTEIN, J.; KAREIVA, P. M.; LONSDORF, E.; NAIDOO, R.; RICKETTS, T. H.; SHAW, M. R. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, p. 4–11, 2009.

NEVES, C. E.; MACHADO, G.; HIRATA, C. A.; STIPP, N. A. F. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 2, p. 271-285, 2014.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008, 388 p.

NUNES, E. **Geografia Física do Rio Grande do Norte**. Natal: Imagem Gráfica, 2006, 114 p.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. Rio de Janeiro: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004, 576 p.

OLIVEIRA, J. F.; NOVAES, J. L. C.; MORAES SEGUNDO, A. L. N.; PERETTI, D. Caracterização da pesca e percepção de pescadores artesanais em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável no Nordeste brasileiro. **Natureza on line**, v. 14, n. 1, p. 48-54, 2016.

ORCHARD, S. E.; STRINGER, L. C.; QUINN, C. H. Mangrove system dynamics in Southeast Asia: linking livelihoods and ecosystem services in Vietnam. **Regional Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 865-89, 2016.

OWUOR, M. A.; ICELY, J.; NEWTON, A.; NYUNJA, J.; OTIENO, P.; TUDA, A. O.; ODUOR, N. Mapping of ecosystem services flow in Mida Creek, Kenya. **Ocean & Coastal Management**, v. 140, p. 11-21, 2017.

PARIDA, A. K.; JHA, B. Salt tolerance mechanisms in mangroves: a review. **Trees**, v. 24, n. 2, p. 199–217, 2010.

PAUDYAL, K.; BARAL, H.; BURKHARD, B.; BHANDARI, S. P.; KEENANA, R. J. Participatory assessment and mapping of ecosystem services in a data-poor region: Case study of community-managed forests in central Nepal. **Ecosystem Services**, v. 13, p. 81-92, 2015.

POLIDORO, B. A.; CARPENTER, K. E.; COLLINS, L.; DUKE, N. C.; ELLISON, A. M.; ELLISON, J. C.; FARNSWORTH, E. J.; FERNANDO, E. S.; KATHIRESAN, K.; KOEDAM, N. E.; LIVINGSTONE, S. R.; MIYAGI, T.; MOORE, G. E.; NAM, V. N.; ONG, J. E.; PRIMAVERA, J. H.; SALMO, S. G.; SANGIANGCO, J. C.; SUKARGJO, S.; WANG, Y.; YONG, J. W. H. The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. **PlosOne**, v. 5, n. 4, p. 1-10, 2010.

PRADA-GAMERO, R. M.; VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T. O. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do rio Iriú no canal de Bertioxa (SANTOS, SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p 233-243, 2004.

PRATES, M.; GATTO, L.C.S.; COSTA, M.I.P. **Geomorfologia**. In: Projeto RADAM – Brasil. IBGE. 1981.

QUEIROZ, R. N. M.; DIAS, T. L. P. Molluscs associated with the macroalgae of the genus *Gracilaria* (Rhodophyta): importance of algal fronds as microhabitat in a hypersaline mangrove in Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 3, p. 52-63, 2014.

RABELO, M. S. **A cegueira do óbvio**: a importância dos serviços ecossistêmicos na mensuração do Bem-Estar. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, 2014.

RAMSAR. **The Ramsar convention on wetlands**. Suíça: Ramsar Convention Secretariat, 1971. Disponível em: < <http://www.ramsar.org/>>. Acesso em: jan. 2017.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010, 534 p.

ROCHA JÚNIOR, J. M. **Avaliação ecológica-econômica do manguezal de Macau/RN e a importância da aplicação de práticas preservacionistas pela indústria petrolífera local**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

ROCHA, L. M. **Ecologia humana e manejo participativo da pesca do búzio *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin,1791) (Bivalvia: Veneridae) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta Do Tubarão (RN)**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

ROCHA, L. M.; ATTAYDE, J. L.; LOPES, P. F. M. A pesca do búzio na Reserva De Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta Do Tubarão (RN): contribuições ao manejo participativo de *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791) (BIVALVIA: VENERIDAE). Anais. In: Reunião Anual da SBPC, Natal. **Anais...** 2010.

RODRIGUES, A. M. L.; BORGES-AZEVEDO, C. M.; HENRY-SILVA, G. G. Aspectos da biologia e ecologia do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 4, p. 377-383, 2010.

RODRIGUES, P. P. **Aspectos reprodutivos do robalo peba, *Centropomus parallelus*, na foz do Rio Doce, Linhares/ES**. Monografia (Graduação) Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

ROSSETI, D. F. Ambientes Estuarinos. In: DA SILVA, A. J. C. L. P.; ARAGÃO, M. A. N. F.; MAGALHÃES, A. J. C. **Ambientes de Sedimentação Siliciclástica do Brasil**. São Paulo: Beca-Ball; 2008, 53-71p.

SANTOS, A. L. G. **Cartografia dos níveis hierárquicos dos manguezais: uma visão sistêmica**. 2014. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, 2014.

SAVENIJE, H. H. G.; PAGÈS, J. Hypersalinity: a dramatic change in the hydrology of Sahelian estuaries. **Journal of Hydrology**. v. 135, n. 4, p. 157-174. 1992.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbeebbean Ecological Research, 1995, 64 p.

_____; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 02, p. 204-218, 1990.

_____; VALE, C. C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. In: TURRA, A.; DENADAI, M.R., (orgs). **Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros**: rede de monitoramento de habitat bentônicos costeiros. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, p. 62-80.

SCHMIDT, A. J.; BEMVENUTIZ, C. E.; DIELE, K. Sobre a definição da zona de apicum e sua importância ecológica para populações de caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763). **Boletim Técnico Científico CEPENE**, v. 19, n. 1, p. 9-25, 2013.

SCHRÖTER, M; BARTON, D. N.; REMME, R. P.; HEIN, L. Accounting for capacity and flow of ecosystem services: a conceptual model and a case study for Telemark, Norway. **Ecological Indicators**, v. 36, p. 539-551, 2014.

SCHULP, C. J. E.; ALKEMADE, R.; KLEIN GOLDEWIJK, K.; PETZ, K. Mapping ecosystem functions and services in Eastern Europe using global-scale data sets. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2012.

SCHUOL, J.; ABBASPOUR, K. C.; YANG, H.; SRINIVASAN, R.; ZEHNDER, A. J. B. Modeling blue and green water availability in Africa. **Water Resources Research**, v. 44, p. 1-18, 2008.

SILVA, A. C. **A pesca de pequena escala nos litorais setentrional e oriental do Rio Grande do Norte**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 2010.

SILVA, A. M. A.; BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, P. R.; ROCHA, R. M.; LUCENA FILHO, M. A.; COSTA, D. F. S. Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 4, n. 2, p. 226-238, 2009.

SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, p. 243-252, 2005.

SILVA, C. N.; VERBICARO, C. C. O mapeamento participativo como metodologia de análise do território. **Scientia Plena**, v. 12, n. 06, p. 01-12, 2016.

SIMIER, M.; BLANC, L.; ALIAUME, C.; DIOUF, P.S.; ALBARET, J. J. Spatial and temporal structure of fish assemblages in an “inverse estuary”, the Sine Saloum system (Senegal). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 59, n. 1, p. 69-86, 2004.

SNEDAKER, S. C. Mangrove species zonation: why? In: SEN, D.N.; RAJPUROHIT, K.S. (Orgs.). **Contributions to the ecology of halophytes**: Tasks for vegetation science. Holanda: Springer. 1982, p. 111-125.

SOARES, I. A. **Análise da degradação ambiental das áreas de preservação permanente localizadas no estuário do rio Ceará-Mirim/RN**. Dissertação (Mestrado). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em Questão**, São Paulo, n. 16, p. 1-51, 1977.

SOUTO, M. V. S. **Análise multitemporal dos elementos geoambientais da região da Ponta do Tubarão, área de influência dos campos petrolíferos de Macau e Serra, município de Macau/RN**. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

SOUZA, C. G.; VIANA, C. D. B.; WAKI, M.; COSTA, V. S. da. **Pedologia**. In: Projeto RADAM – Brasil. IBGE. 1981.

SOUZA, L. P.; SOUZA, A. I.; ALVES, F. LILLEBØ, A. I. Ecosystem services provided by a complex coastal region: challenges of classification and mapping. **Scientific Reports**, v. 6, n. 22782, p. 1-13, 2016.

SPALDING, M. D.; BLASCO, F.; FIELD, C. D. **World Mangrove Atlas**. Japan: The International Society for Mangrove Ecosystems, 1997, 178 p.

TEEB. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity**: ecological and economic foundation. Cambridge: Earthscan, 2010.

THORSEN, B.J.; MAVSAR, R.; TYRVÄINEN, L.; PROKOFIEVA, I.; STENGER A. **The Provision of Forest Ecosystem Services**. What Science Can Tell Us. European Forest Institute, 2014.

TITO, M. R.; ORTIZ, R. A. **Pagamentos por serviços ambientais: desafios para estimular a demanda**. Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais EU-Brasil. Brasília: MMA, 2013. 52 p.
TOGNELLA, M. M. P.; OLIVEIRA, R. G. Processo de colonização do manguezal do rio Tavares por análise da estrutura de diferentes bosques. **Brazilian journal of aquatic science and technology**, v. 18, n. 1, p. 09-18, 2014.

TOWNSED, C. R. **Fundamentos em Ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, 576 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 97 p.

VALE, M. P. **Da Barra do Rio aos Parrachos**: duas realidades sociorganizacionais no litoral Norterriograndense. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio Grande no Norte, 2013.

VALLÉS-PLANELL M.; GALIANA F.; VAN EETVELDE V. A classification of landscape services to support local landscape planning. **Ecology and Society**, v. 19, n. 1, p. 44, 2014.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: EDUSP, 2002. 244 p.

VANNUCCI, M. What is so special about mangroves? **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p. 599-603, 2001.

VILHENA, R.; ISAAC, V. J. Desembarques da pesca de pequena escala no município de Bragança – PA, Brasil: esforço e produção. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 25, n. 1, p. 31-48, 2012.

VILLAMAGNA, A. M.; ANGERMEIER, P. L.; BENNETT, E. M. Capacity, pressure, demand, and flow: a conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. **Ecological Complexity**, v. 15, p. 114–121, 2013.

VINUTO, J. A amostragem em Bola de Neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. **Temáticas**, v. 22, n. 44, p. 203-220, 2014.

VO, Q. T.; KUENZER, C.; OPPELT, N. How remote sensing supports mangrove ecosystem service valuation: A case study in Ca Mau province, Vietnam. **Ecosystem Services**, v. 14, p. 67-75, 2015.

VREESE, R. D; LEYS, M.; FONTAINE, C. M.; DENDONCKER, N. Social mapping of perceived ecosystem services supply: the role of social landscape metrics and social hotspots for integrated ecosystem services assessment, landscape planning and management. **Ecological Indicators**, v. 66, p. 517–533, 2016.

WALLACE, K. J. Classification of ecosystem services: problems and solutions. **Biological Conservation**, v. 139, p. 235–246, 2007.

WALSH, G.E. Mangroves: a review. In: REIMHOLD, R.; QUEEN, W. (org.). **Ecology of halophytes**. New York: Academic Press, 1974, p.51-174.

WHATELY, M; HERCOWITZ, M. **Serviços Ambientais**: conhecer, valorizar e cuidar Subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008, 120 p.

WILLEMEN, L.; HEIN, L.; VAN MENSVOORT, M. E. F.; VERBURG, P. H. Space for people, plants, and livestock? Quantifying interactions among multiple landscape functions in a Dutch rural region. **Ecological Indicators**, v. 10, n. 1, p. 62–73, 2010.

WOOD D. **Rethinking the Power of Maps**. New York: Guilford Press, 2010. 335 p.

YE, Y.; TAM N. F-Y.; LU, C-Y.; WONG, Y-S. Effects of salinity on germination, seedling growth and physiology of three salt-secreting mangrove species. **Aquatic Botany**, v. 83, 193–205, 2005.

APÊNDICES



Fonte – Giglioli. E. (2004)



APÊNDICE 01

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



FORMULÁRIO DE CAMPO

() Rio Tubarão

() Rio Ceará-Mirim

Unidade geoambiental:

Nº do ponto: _____ Hora: _____ Data: _____

Coordenadas: _____ / _____

Composição das espécies (em ordem de dominância): _____

Tipo fisionômico: () floresta () bosque () herbáceo

Bosque: () esparsos () denso

Estimativa de altura:

Diâmetro do caule: () <5cm () 5 a 10cm () 10 a 20 cm () >20cm

Estado da unidade: conservado (), intermediário () ou degradado ()

Identificação de clareira/motivo: _____

Indivíduos mortos: () presente () ausente

Presença de: () propágulos () flor () fruto

Fauna presente: _____

Processos erosivos: () presente () ausente.:

Sedimentos (Características): _____

Interferência antrópica: _____

Outras informações:

APÊNDICE 02



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE PROVISÃO

- () Área 01 – Comunidades no Rio Tubarão
() Área 02 – Comunidades no Rio Ceará-Mirim

- 1) Sexo: () Feminino () Masculino
- 2) Idade: _____ anos () Não respondeu
- 3) Onde reside? Há quanto tempo?
- A) Área 01
() Barreiras () Diogo Lopez () Sertãozinho () Outro. Onde?
- B) Área 02
() Barra do Rio () Outro. Onde?
- 4) Qual atividade econômica exerce? Possui outras atividades?

Sobre Serviços ecossistêmicos de provisão:

- 5) Quais são os principais peixes pescados? Com que frequência você pesca? Qual a melhor época do ano para a pesca? Como são coletados e qual o apetrecho?
- 6) Além dos peixes, quais os outros alimentos que são retirados do manguezal?
- 7) Os animais coletados no manguezal são para renda da família? Ou como fonte de alimentação?
- 8) Costumam realizar atividades, como agricultura? Se sim, o que cultivam?
- 9) Tem criações de gado? Quais?

- 10) Utiliza a vegetação de mangue para alimentação do gado? Qual a espécie utilizada?
- 11) Utiliza alguma planta do mangue para fins medicinais? Qual espécie é utilizada?
- 12) Existe a retirada de madeira do mangue para utilização de alguma atividade? Se sim, qual espécie é utilizada?
- 13) Qual a forma de abastecimento de água potável?
- 14) Utiliza água do estuário para algum uso? Se sim, para que?
- 15) Utiliza a planta do mangue para fabricar carvão? Também é usado como lenha?

ANEXOS



ANEXO 01

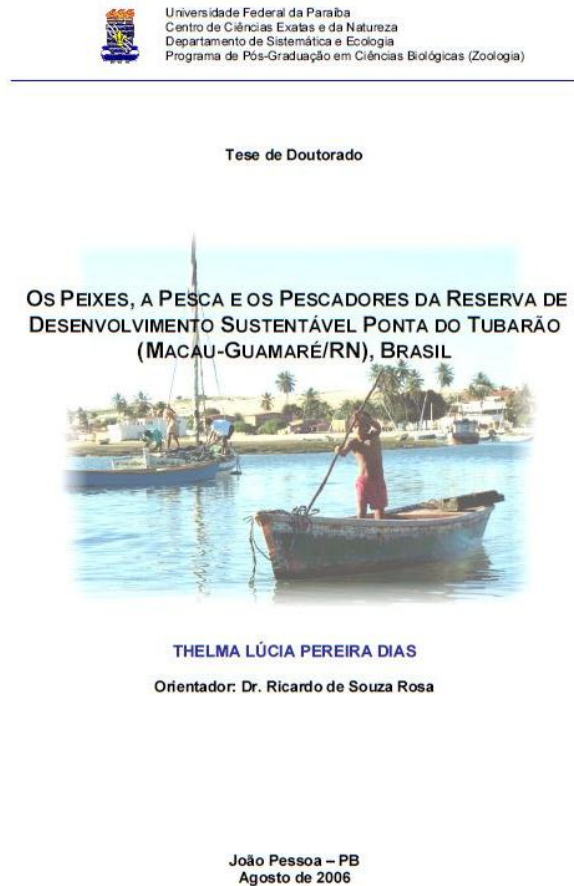
Quadro 04 - Classificação da CICES de Provisão para identificação dos serviços dos ecossistemas em geral.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	TIPO DE CLASSE	EXEMPLO
PROVISÃO	NUTRIÇÃO	Biomassa	Culturas	Culturas por quantidade, tipo	Cereais
			Animais criados	Animais, produtos, por quantidade, tipo	Carne
			Plantas selvagens, algas	Plantas, algas por quantidade, tipo	Frutos
			Os animais selvagens	Animais por quantidade, tipo	Pesca comercial /subsistência
			Plantas e algas da aquicultura	Plantas, algas por quantidade, tipo	Cultivo de algas marinhas
			Animais de aquicultura	Animais por quantidade, tipo	Peixes de água doce
		Água	Água de superfície potável	Por quantidade, tipo	Coleta por precipitação
			Água subterrânea potável		Captação de água doce subterrâneas
	MATERIAIS	Biomassa	Fibras/materiais de plantas e animais para uso direto ou transformação	Material por quantidade, tipo, uso	Fibras, madeira, celulose, algodão, óleo, cera, resina; os remédios naturais e medicamentos
			Materiais de plantas e animais para uso agrícola		
			Materiais genéticos		
		Água	Água de superfície não potável	Por quantidade, tipo e uso	Coletada por precipitação
			Água subterrânea não potável		Captação de água doce subterrânea
	ENERGIA	Fontes de energia à base de biomassa	Recursos à base de plantas	Por quantidade, tipo e uso	Madeira e culturas energéticas
			Recursos à base de animais		Esterco, gorduras e óleos
		Energia Mecânica	Energia à base de animais	Ex: por recursos	Trabalho físico gerado pelos animais

Fonte - Adaptado de Haines-Young, Potschin (2013)

ANEXO 02

Figura – Imagens da tese que serviu como base para identificação das espécies em campo.



PEIXES

Família LUTJANIDAE

Nome científico: *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)

Nome popular local: vermelho

Importância na RDSPT: consumo e comercialização

Habitat na RDSPT: raízes de *Rhizophora mangle*, aglomerados de pedras e bancos de macroalgas, entre 0,5 e 8 m de profundidade.

Estado de conservação: amplamente explorada em pescarias artesanais, mas não ameaçada de extinção.
Distribuição e habitats: Atlântico Ocidental, das Bermudas e Carolina do Norte (EUA) ao Brasil, incluindo o Golfo do México e o mar do Caribe. Mais abundante nas Antilhas e na costa norte da América do Sul. Habitats recifes de coral e bancos de areia com alguma vegetação, entre 10 e 40 m de profundidade.

Tamanho máximo (CT): 60 cm.

Tamanho de primeira maturação (CT): 15-31 cm.



Família LUTJANIDAE

Nome científico: *Lutjanus pados* (Cuvier, 1828)

Nome popular local: cabocla

Importância na RDSPT: consumo e comercialização

Habitat na RDSPT: raízes de *Rhizophora mangle*, aglomerados de pedras e bancos de macroalgas, entre 0,5 e 8 m de profundidade.

Estado de conservação: amplamente explorada em pescarias artesanais, mas não ameaçada de extinção.
Distribuição e habitats: Atlântico Ocidental, das Bermudas a Massachusetts (EUA) ao Brasil, incluindo o Golfo do México, Antilhas, Bahamas e Trinidad. Habita os recifes de coral, estuários e manguezais e bancos de fanerógamas marinhas (*Thalassia*), entre 2 e 63 m de profundidade.

Tamanho máximo (CT): 67,2 cm.

Tamanho de primeira maturação (CT): 30 cm.



Família MUGILIDAE

Nome científico: *Mugil curema* Valenciennes, 1836

Nome popular local: tainha, cambão

Importância na RDSPT: consumo e comercialização

Habitat na RDSPT: canais principais e cambuas, sobre substratos areno-lodosos, entre 0,5 e 3 m de profundidade

Estado de conservação: amplamente explorada em pescarias artesanais, especialmente em áreas estuarinas, mas não está ameaçada de extinção.

Distribuição e habitats: Atlântico Ocidental, da Nova Escócia (EUA), Bermudas, Golfo do México ao Brasil. Habita áreas costeiras arenosas, substratos lamacentos de lagoas costeiras e estuários, penetra em rios e pode ser encontrada em recifes de coral, até 15 m de profundidade.

Tamanho máximo (CT): 90 cm.

Tamanho de primeira maturação (CT): 23 cm.

